Matematik Mantığa İndirgenebilir mi?

"Evet" diye başlamak istiyorum. Mantığın simgeleştirilmesi ve matematiğin soyut bir dili olması, birbirinden uzakta sanılan bu iki disiplini geçmişte de yakınlaştırmıştı. Alfred North Whitehead ile Bertrand Russell'ın anıtsal çalışmaları Principia Mathematica ile, mantığın matematiksel, matematiğin de mantıksal yönleri daha belirgin biçimde açıklığa çıkartılmıştı. Böylece bir ilksav (aksiyom) demetinden başlayarak, mantıksal türetimler yardımıyla, bütünselliği olan bir küme kuramına varılabilecekti. İndirgemeci tezler daha da ilerletilmiştir: Biyolojinin kimyaya, kimyanın da fiziğe indirgenmesi, ilke olarak mümkündür.

"Peki, öyleyse neden hâlâ liselerde fizik-kimya-biyoloji ayrı dersler olarak okunmaktadır, neden hâlâ üniversitelerin fizik-kimya-biyoloji bölümleri var?" sorusu, bu ilkeyi savunmak isteyenlerin yanıtlaması gereken temel bir sorudur. Sorun, yalnızca pratik bazı gerekçelerle mi durmaktadır karşımızda? Zamanla çözüleceğini belirtebileceğimiz bir konumda mıdır? Yoksa, ilke olarak mümkün görünmesine karşın, yine pratik bazı nedenlerle uygulanamaz olduğu söylenebilecek bir savla mı karşı karşıyayız?

Küme kuramının çok önemli sayılabilecek bir teoremi; Δ ile gösterimlenen boş kümenin, her küme tarafından kapsandığını belirtiyor. Bu teorem ve küme kavramının yardımıyla tüm sayıları tanımlayabilirdik aslında. "{Δ} -> 1", "{Δ, {Δ}} -> 2" kümelerin öğe sayılarına bakarak "Δ -> 0" derdik. Ama deneyin isterseniz "1,000" nasıl gösterimlenecektir, ya da milyon, milyar?... nasıl okunacaktır?

Bu nedenle değil midir, daha az işaretle işlemlerini kurgulayabilen bir Boole cebri; bilgisayar yapımlarında da çok yararlık göstermiş olmasına karşın, konuşma ve yazma ortamlarımızda ondalık sistemin yerini alamamıştır. Sorun, milyon ve milyarı yazmak ile okumakta aranabilir. Sistem, milyonu, milyarı betimlerken olabildiğince basit olmalıdır ama, pratikliği de olmalıdır. Canımızı sıkıp böyle yanlışlıklara yol açabilecek bir sistemi, potansiyel karmaşasından dolayı tercih etmeyiz.

Bir de ilke olarak şöyle bir sorun durur karşımızda: 10 tane koyunumuz olduğunu düşünelim. Bu durumu, $1 + 1 + ... + 1 = 10$ eşitliği ile betimleriz aritmetikte. Fakat, örneğin aynı S kümesini 4 ay sonra sayarsak 11 tane de bulabiliyoruz; üstelik dışarıdan hiçbir misafir de gelmemiştir. Yani, doğa durağan değildir, devingendir...

Bütün, parçalarının toplamına mı eşittir? Bu konuda felsefeciler ve çevrebilimciler arasında fikir birliği oluşmuş değildir. İlk belirtileri kaynak yıpranması ve çevre kirlenmesi biçiminde gözlenen ekolojik sorunlar, günümüz düşünürlerini giderek daha çok etkilemektedir. Türler kaybolmaktadır, çok kez "doğa" diye isimlendirilmiş olan dış çevre, bir daha geriye dönemeyeceği dönüşümlere uğratılmaktadır. Gerçi bu dönüşümlere çoğu kez "bilim" öncülük etmektedir; teknoloji öncülük etmektedir. Bizim olan, bizim yaptığımız, bize hizmet etmesini beklediğimiz teknoloji ve bilim. Ama teknoloji ve bilim, maddenin yapıtaşları sayılan parçacıkları anlamamıza yardım ettiği gibi, nükleer kazalara da yol açmamış mıdır; bomba olup, insanları yok edip sakat bırakmamış mıdır?

Ürünlerinin hizmetinden yararlanmaktan hoşlanacağımız teknolojinin, merakımızı aydınlatacak olan bilimin, böyle aleyhimize sonuçlanacak getirilerini kabul etmek istemeyiz. Diğer bir deyişle, Kurt Gödel'in kümeler kuramı için göstermiş olduğu gibi, eksiksiz sistemler kurmak; ya da bir sistemin tutarlılığını o sistem içinde kalarak belirlemek, gerçek yaşam durumları gözönüne alındığında, olanaklarımızı aşabilecektir. Öte yandan, gülü istemek, fakat dikenini istememek de, doğamızda olan niteliktir.

"Bilimlerin kraliçesidir" denmiş matematik için. Gerçekten de günümüzde, gerek müsbet bilimler ve gerekse sosyal bilimler için matematikten giderek daha çok yararlanmak, bir gerekliğe dönüşür gibidir. Günümüz yaşamı daha çok karmaşa içerir görünmektedir; daha çok hesaplamalar gerektirmektedir. Bu durum, hele de ekoloji sorunları ile birlikte bilgi-kuramsal bir açıdan ele alındığında, bilgilerimizin, "kapsam bağımlı" sayılması gerektiğini öğütlemektedir bize. Kurallar, geçerlik koşulları ile birlikte ele alınmalıdır. Oyunlarda olduğu gibi.

"İki kere ikinin dört ettiği", çok bilinen bir bilimsel gerçektir. Unutulmaması gereken şey, bu dile getirmenin 10 tabanına göre yapıldığıdır. Sözgelişi 4 tabanına göre, "2 + 2 = 10" olacaktı.

Matematik, çok yönlü kullanımları ile daha çok hizmet olanağı yaratırken; bilim insanları, mantık ile de kimi ilişkiler kurabilir, kurmaktadır da. Ama sözü geçen "mantık", hangi mantıktır? Türetimlerimizi yaparken kullandığımız akıl yürütme biçimleri, tekli yapıda değildir. Önermeler ya da yüklemler düzeyinde alınmaları, iki (doğru - yanlış) ya da çok değerli olmaları, tümcelerin mantıksal değerliğini etkileyebiliyorlar. Tümdengelimli ya da tümevarımlı yapılar, temel düşünme kalıplarından sayılsa bile; doğruluk, tutarlılık, tekdüzelik, geçerlilik gibi çok temel kavramlar üzerinde felsefecilerin, mantıkçıların tartışmaları sürebilmektedir. Oysa insan aklının işleyiş kuralları, bütünü ile biçimselleştirilmiş (formalize edilmiş) olmaktan henüz çok uzaktır. Böylece, sezgisel bir düzeyde, matematiksel mantığı, diğer mantık türlerinden ayırdetmiş bulunmaktayız. Değişik ortamlarda ve farklı amaçlar için kullanımları gözönüne alındığında, öyle görünüyor ki; matematik mantığa indirgenemeyeceği gibi, mantık ta matematiksel mantığa indirgenemez...

Mustafa M. Dağlı
TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu

Bilgisayar "En İyi" Kararı Verme Olanağını Genişletir

Günümüzde bilim ve tekniğin ilerlemesini yönlendiren etkenlerden biri de bilgisayarlardır. Hiç bir ayırım yapmadan, insanın tüm uğraş alanlarında bilgisayarların kullanılmasının; verimliliği artırmak için yeni olanaklar yaratacağı kabul edilmiş bir gerçektir. Nasıl iş makineleri insanın fiziksel üretim olanaklarını artırıyorsa, bilgisayarlar da zihinsel üretim olanaklarını yükseltir. Örneğin; İngiliz matematikcisi W. Shenks, 19. yüzyılın sonlarında, hayatının yirmi yılını π (pi) sayısının 707 basamağını hesaplamakla geçirmiştir. Bu sonuç, o yüzyılın rekor sayılacak bir hesaplama düzeyidir. Ancak 1945 yılında π sayısı üzerine yapılan çalışmalar sırasında, Shenks'ın 502. basamakta yanlışlık yaptığı belirlenmiş ve bu nedenle, sonraki basamakları da yanlış bulunmuştur. Bugün güçlü bilgisayarlarla π sayısı istenildiği kadar -beşyüzbin basamakla- ve kesin doğrulukla hesaplanmıştır. Bu hesaplama için bilgisayarın birkaç saat çalışması yeterli olmuştur.

Bilgisayarların yüksek hızda ve daha duyarlı sonuç verme özelliği, yeni yöntemlerle önemli problemlerin çözümlenmesine olanak sağlamıştır. Örneğin; güçlü bilgisayarlar ortaya çıkıncaya kadar, roketlerin yerden denetimi problemi çözülememiştir. Zira burada hesaplama hacmi o kadar büyüktür ki, yörüngenin bir noktasının koordinatları eski yöntemlerle hesaplandığında, geçen süre içinde roketin uzaydaki yeri önemli ölçüde değişir ve hesabın sonucu geçerliğini yitirmiş olur.

Bilgisayarların ortaya çıkması, insanlık tarihinin devrim niteliğindeki buluşlarıyla karşılaştırılacak olursa; tekerleğin bulunması, buhar makinesinin ortaya çıkması, elektrik ve atom enerjisinin kullanması ile eşdeğer tutulabilir. Bilgisayar bir veri dönüştürücüsüdür. Örneğin; iç yakıt sisteminin, yakıtın yanması ile oluşan ısı enerjisini mekanik enerjiye; jenaratörün, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürdüğü gibi; bilgisayar da veri/bilgiyi bir biçimden, diğerine dönüştürür. Günümüzde üretim artışı, teknolojinin gelişmesi, bölgeler arası ve bölge içi ilişkilerin karmaşıklaşması gibi konular, bilginin artmasına yol açar. Böylece, bilgisayar olmadan bilgi verimli kullanılamaz.

Bilgisayarın, arkasında insan etkisi olmadan çalışamadığı bilinen bir gerçektir. Bunun en somut belirleyicisi, onu çalıştıran bir bilgisayar programının olmasıdır. Problemi çözerken önce matematiksel modelinin kurulmasına ve çözüm algoritmasının hazırlanmasına gerek vardır. Problemin matematiksel modeli, problemin kurallarının matematiksel tanımıdır. Genellikle, uygulamalı problemlerin matematiksel modelinin kurulması, oldukça zor ve sorumluluk yükleyen en önemli aşamadır. Çünkü, hesaplamaları çözülebilir kılmak için, matematiksel model olabildiğince yalın olmalı; ayrıca temsil ettiği problemin temel özelliklerini içermelidir. Çalışmalar gösterir ki, matematiksel modelin düzgün kurulması, problemin yarıdan çoğunun çözümlenmesi anlamına gelir.

Planlama, projelendirme ve yönetme konularında önemli problemlerden biri, matematiksel modelin kurulmasından sonra olası kararlardan birinin seçilmesidir. Özellikle ekonomik ve yönetsel problemlere özgü niteliklerden biri, olası kararların fazlalığıdır. Örneğin, aynı ürünü; teknolojiyi, hammaddeyi, kullanılan üretim araçlarını ve üretim sürecini değiştirerek elde etmek mümkündür.

Pratik problemlerde "en iyi" (optimal) kararın bulunması önemlidir. Çoğu kez doğru ve zamanında verilmiş kararlar, verimliliği sağladığı gibi, parasal girdinin de etkin biçimde kullanımını sağlar. Karar sayısı az ise, kararların en iyisini seçmek kolay olabilir. Ancak, çoğunlukla yeteri kadar küçük problemler için bile, bu seçim karmaşık bir süreç gerektirir. Örneğin; bir turist 10 şehri gezmek için çeşitli güzergahların en iyisini seçmek üzere, 3 628 800 olası yolu karşılaştırmalıdır. Eğer turist, her gidiş yolunu belirlemek için bir dakika harcasa, en elverişli yolu belirlemesi için yedi yıl gerekir. Gerçek hayatta karşılaşılan birçok problemde, en iyi çözümü bulmak, böyle bir durumdan daha kolay değildir. Bu tür problemlerin çözümü, alışılagelmiş matematik yöntem ve bilgilerle mümkün olmadığından, sibernetik biliminde "Matematiksel Programlama" adı ile anılan yöntemler geliştirilmiştir. Matematiksel programlamanın en çok gelişen alt dalı 'Doğrusal Programlama'dır. Doğrusal programlamadaki temel fikir, 1940'lı yıllarda ortaya çıkmıştır. O günlerden beri endüstride, ticarette, yerel ve ulusal düzeyde kamu hizmet ve servislerinin planlamasında geniş uygulama alanı bulmuştur.

Doğrusal programlama teknikleri, mühendislik, fen, teknoloji, ekonomi ve iş alanlarında ortaya çıkan kaynak kullanımı ve karar verme problemlerinin büyük çoğunluğuna uygulanabilir. Matematiksel programlama yöntemleri, hazır program paketleri ile güçlü mikrobilgisayar ve anabilgisayarlar üzerinde pratik hesaplama sürecine indirgenmiştir.

Çok kullanılan problem örneklerinden biri "Beslenme Problemi"nin bir alt problemi olan "en iyi yem karışımı"nı bulma problemidir. Açıktır ki, hayvanın verimli olabilmesi için, hergün belirli oranda gıda alması gereklidir. Örneğin; vitaminler, yağlar, proteinler, tuzlar vb. Bu maddeler çeşitli yem ürünlerinde belirli oranlarda bulunur; kimilerinde ise mevsimlere göre değişen oranda yer alırlar. Bu konudan ortaya çıkan problem: "Bir günlük yemde her bir üründen ne kadar yer almalıdır ki, hayvanın en verimli beslenme gereksinmesi karşılansın ve yemin maliyeti en az olsun".

Bu, alışılagelmiş bir doğrusal programlama problemidir ve matematiksel modeli, uzmanlaşmış yem üretiminde kullanılır. Matematiksel modelin ilgi çekici yanı, aynı modelin benzer problemlere kolayca uygulanabilir olmasıdır. Örneğin; yukarıdaki model petrol ürünlerinin, çeşitli ilaçların, yemek listelerinin ve bu tür başka ürünlerin hazırlanmasında uygulanabilir. Matematiksel programlama problemlerinin bir çoğunda iyi karar; her biri kabul olunabilir veya reddedilebilir kararlar içinden seçilir. Bu tür problemlere "Ayrık Programlama Problemi" adı verilir. En yaygın örneklerinden biri "çanta problemidir". Problem şu örnek içinde özetlenebilir: Varsayalım ki, uzaya bir roket gönderilecek. Roketin taşıyabileceği toplam ağırlık bellidir. Rokete değişik ağırlıkta ve önem derecesinde çeşitli eşya yüklenecektir. Yüklenmesi düşünülen eşyaların toplam ağırlığı ise, roketin taşıyabileceği ağırlıktan çoktur. Böylece problemin ifadesi şöyle olur: eğer her eşyadan bir tane ise, hangi eşyaları seçmeli ki, toplam ağırlıkları taşınabilir ağırlığı geçmesin ve toplam önemliliği en çok olsun. Problem kolay görünmesine karşın, ayrım programlama problemleri, matematiksel programlamanın en zor çözülen problemlerindendir. Örneğin; ele alınan problemde 60 eşya çeşidi olsa, açıktır ki, olası yolların sayısı iki üstü altmıştır. Tüm seçeneklere bakarak en iyisini bir araya getirmek için, saniyede 1 000 000 işlem yapan bir bilgisayar, hiç durmadan 366 yüzyıl çalışmalıdır. Bunlar gösteriyor ki, uygulamalı matematiğin çok hızla gelişen bu dalı, yeni yöntemlere ve gelişmiş bilgisayarlara gereksinme duymaktadır.

Prof. Dr. Ali Akperoğlu Aliyev - N. Kaya Kılan
Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Matematik Bölümü

"Evrimsel Yaklaşımın Işığında Bilim ve Felsefe" Üzerine

Bilim ve Teknik dergisinin 317. sayısında yukarıdaki başlıkla yayınlanan ve Yaman Örs'ün imzasını taşıyan yazı, öyle sanıyorum ki pek çok okurun dikkatinden kaçmamıştır.

Yazının felsefesi ve ana hatları üzerinde durmak gerektiğine inanıyorum. Çünkü ancak bu şekilde yazıyı ve dolayısıyla Yaman Örs'ün düşüncesini anlayabiliriz. Burada bizi ilgilendiren, yazarın bilim hakkındaki değil, felsefe hakkındaki düşünceleridir.

Sayın Yaman Örs; felsefenin günümüzdeki işlevi hakkında şöyle diyor: "...felsefe artık eskiden bilimle birlikte yüklendiği; dünyayı doğrudan açıklama işlevini tümüyle yitirmiştir." İlk bakışta bir bilimadamının böyle birşey söylemesi tuhaf karşılanabilir. Ama sadece ilk bakışta. İsterseniz şimdi Sayın Yaman Örs'ün bu yargıya nasıl ulaştığını kendi yazısını izleyerek inceleyelim.

Sayın Örs, daha yazısının başında "bilmek kavramı" ve sonraları felsefe hakkında şu iki noktayı önemli vurguluyor: 1- Dünyayı anlama, 2- Dünyayı kendi yararına değiştirme (gerek ve) isteği. Sınıflara ayrılmış bir toplumda sınıflarüstü ya da sınıflardışı bir felsefe'nin olamayacağı ortadadır. Ve her felsefenin de pratikte bir uygulaması, maddi dünyada bir yansıması mevcuttur. Bu açıdan baktığımızda; yukarıdaki sözler şu sonuca götürmektedir: Dünya anlaşılmaz birşeydir ve felsefenin onu açıklamaya çalışması boş, gereksiz bir iştir. Elbette ki böyle bir yargı Sayın Örs'ün de mensubu olduğu egemen sınıfa (yani burjuvaziye) yarayacaktır. Ayrıca burada şunu da sormak istiyorum: Bir konu hakkındaki salt kuru bilgi, felsefeyle açıklanmadan ne işe yarayacaktır? Örneğin, bir ülkedeki işsizlik oranını bilmemiz bize ne ifade edecektir?

Marx'ın da belirttiği gibi felsefenin amacı dünyayı sadece açıklamak değil, dünyayı (elbette ki proleterya lehine) değiştirmektir. Sayın Örs'ün de kabul ettiğini sandığım bu olgu (tabii o burjuvazi lehine kabul etmektedir) bizi, teoriyle pratiğin ayrılmaz bütünlüğüne götürmektedir. Sayın Örs, bunu bilinçli olarak görmezden gelmektedir.

Aynı yazının sonunda Sn. Ahmet İnam'ın da bir yazısı var. Sn. İnam şöyle diyor: "Sanılmıştır ki, bilim gelince felsefe ortadan kalkmıştır ya da ikinci plana itilip, bilim şoförünün "muavini" yapılmıştır". İşte Sayın Örs tam da bunu yapmıştır. Ancak o, bunun tamamen bilincindedir ve bu da onun "hatasının" affedilemez olmasına yol açmaktadır. Sn. Örs, yazısını bilimsellikten bütünüyle uzak olan metafizik yöntemle hazırlamış ve yazıyı bilimsel bir yazı imiş gibi okurlarına sunmuştur. Bu yönteminin en bariz örneği de (yukarıda sıkça değindiğim) bilim ve felsefe ilişkisini yadsıyarak verilmektedir. Bir bilimadamının diyalektik yöntemden tamamen habersiz gibi bir yazıyı kaleme alması oldukça düşündürücüdür. Ama hiç de anlaşılmaz değildir. Bunu daha iyi anlayabilmek için Karl Marx'ın şu sözlerini bir daha ve dikkatlice okumak gerekiyor: "...usa-uygun biçimiyle diyalektik, burjuvazi ile onun doktriner sözcüleri için bir rezalet ve iğrençliktir, çünkü şeylerin mevcut bugünkü durumunu olumlu yanlarıyla kavrar, aynı zamanda bu durumun yadsınmasını, onun kaçınılmaz çöküşünün anlaşılmasını içerir; çünkü diyalektik, tarihsel olarak gelişmiş her toplumsal biçimi, akışan bir hareket içinde görür ve bu yüzden, onun geçici niteliğini, onun anlık varlığından daha az olmamak üzere hesaba katar; hiçbir şeyin zorla kabul ettirilmesine izin vermez, özünde eleştirici ve devrimcidir. [Kapital, Cilt 1, s. 29]"

Sayın Örs, yazının üst başlığında soruyor; "Bilmek ya da bilmemek: Sorun nerede?" Şairin dediği gibi "Soru büyük, kilit paslı". Sorun neyi bilip neyi bilmediğimiz değil; bildiklerimizi ne için, kimin için ayrıca hangi sınıf için kullandığımızdadır. Örnek olması için, Hiroşima'ya atılan atom bombasını yapan bilimadamlarını ele alabilirsiniz. Onların yaptığı bilim için (atomların parçalanabilmesi) yararlı bir ilerlemedir; ancak insanlık için büyük bir utançtır.

Barbusse'un dediği gibi: Gerekiyorsa, büyük bir dürüstlükle kendi kendini yenile!

Akışkanların Dünyası

Akışkan, katı cisimlerin tersine, moleküllerinde bağıl bir serbestlik bulunan ve bu nedenle kendine özgü bir biçimi olmayan maddeler olarak tanımlanabilir. Sıvılar ve gazlar birer akışkandır.

Fizikçiler onsekizinci yüzyılda pozitif ve negatif yükleri, kesiksiz bir yapıları ve gazlar gibi genleşme özellikleri olan, tartılamaz uçucu akışkanlar olarak tanımlıyorlardı. 1764'te Rahip Nollet mıknatıs çubuğunun çevresindeki demir tozlarının oluşturduğu şekil konusunda şunları söylemişti: "Her demir parçasından, mıknatısın bir ucundan çıkıp öbür ucuna giren bir akışkan madde geçer".

Ondokuzuncu yüzyılda en çok sözü edilen akışkan ise ağırlığı olmayan, bütün moleküllerarası mesafeyi dolduran, böylece de ısı, ışık ve elektrik veya magnetizm olaylarının yayılımı için evrensel bir dayanak oluşturan ESİR idi. Fakat bu yüzyılın sonlarında Michelson ve Morley, yaptıkları interferometreyle esir'in var olmadığını ispatladılar.

Gazların da akışkan sayılmasının nedeni, sıvılarla ortak özelliklerinin olması; örneğin, Arkhimedes ve Pascal yasası vb. yasalara uymasıdır. Bununla beraber aralarında bazı temel farklar da vardır. Sıvıların gazlara oranla sıkıştırılabilme kabiliyetleri düşük, yoğunlukları ise yüksektir.

Brown Hareketi

Bir akışkanın molekülleri, rastgele ve sürekli hareket halindedir. Moleküller, bu hareketlerinden dolayı çok fazla çarpışma yaparlar ve böylece hızlarının yönü ve büyüklüğü sürekli bir değişim halindedir. Yeterince büyük bir yüzey üstündeki çarpışma sayısı, çok kısa bir süre içinde bile, büyük rakamlara ulaşır ve çarpışma etkilerinin ortalaması, yüzeye uygulanan sabit bir basınç biçiminde ortaya çıkar. Çarpışmayla karşılaşan yüzey, moleküllerin ortalama serbest yolları boyutunda bir tanecik yüzeyi olursa; çarpışma sayısı, taneciğin belirgin ölçüde yer değiştirmesine kadar geçen süre içinde, birkaç birim düzeyine ulaşır. Bu sayıda ve çarpışmalardan herbirinin yaptığı etkide görülen dalgalanmalar, taneciğin hareket etmesine yol açar. BROWN HAREKETİ denen bu olayı Brown, sıvı ortamda hücresel parçalar üstünde; Maurice de Broglie de, havada sigara dumanı taneciklerinde gözlemlemiştir.

Brown'un hücresel parçalar üstündeki bu incelemesi, doğrudan doğruya gözlenemeyen ölçüm ve doğrulamaların yapılmasını sağlamıştır. Nitekim J. Perrin, su içinde asıltı haldeki sarı reçine tanelerinin hareketini inceleyerek; eşit zaman aralıklarıyla aldıkları konumları belirlemiş ve bu farklı noktaları birleştirmiştir. Taneciklerin zikzaklı yörüngeleri istatistiksel açıdan incelendiğinde, her taneciğin aynı ortalama enerjiyi taşıdığı ortaya çıkar; bu da enerjinin eş dağılımı yasasını doğrular.

Akışkanlar Mekaniği

Genel mekanik yasaları, şekil değiştirebilir kesintisiz ortamlar olarak kabul edilen akışkanlara uygulanabilir. Bu da klasik akışkanlar mekaniğinin temelini oluşturur.

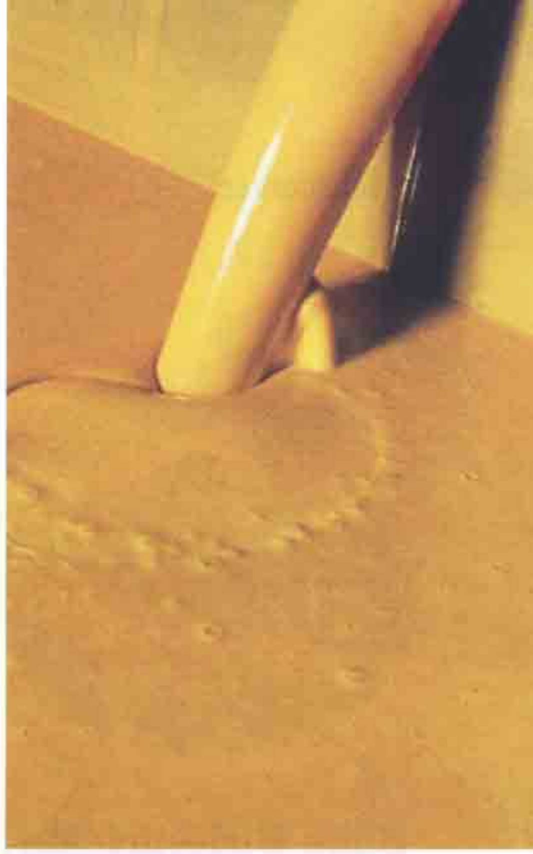
Hareketsiz sıvılara uygulanan ve akışkanlar mekaniğinin bir dalı olan hidrostatik, Arkhimedes zamanında da az çok biliniyordu.

Sıvıların akışları ile ilgili çalışmalar da oldukça eskidir. Daniel Bernoullin'in, borularda veya kanallarda, sıvıların akışlarını inceleyen araştırmaları 1738 tarihini taşır. 19. yüzyıl başlarında Cauchy, Navier ve Stokes gibi matematikçiler, akışkanlar mekaniğinin analizi konusundaki çalışmalarıyla, bu bilimin temellerini atmışlardır. Daha sonraları ise İngiltere'de Reynolds ve Rayleigh, Almanya'da Helmholtz, deneylerle teori arasındaki uyumu sağladılar. Hidrolik ve havacılık tekniklerinin gelişmesi, akışkanlar mekaniğini hidrodinamik ve aerodinamik gibi iki dala ayırma eğilimi doğurduysa da; aynı yöntem ve formülleri kullanan bu iki bilim dalı arasında kesin bir sınır çizilemedi.

Hidrostatik (ya da akışkanlar statiği), denge konumundaki hareketsiz sıvıları inceler ve sıvılar ya da gazlar içindeki basınçları hesaplama olanağı sağlar. Bu hesaplardan, Arkhimedes Teoremleri ve Birleşik Kaplar Kuramı çıkarılır. Bir sıvının bir yüzeye uyguladığı kuvvetlerin hesabı, barajların, yüzer makinaların, taşıtların ve çeşitli aygıtların incelenmesinde temel unsurlardan biridir. Bu alandaki temel bağlantı, sıkıştırılabilir türdeki akışkanlara (gazlara) da uygulanabilir.

Hidrodinamik (ya da akışkanlar dinamiği), sıvıların hareketini de kapsar ve bu konuda denklemler içerir. Kusursuz akışkanların teorik incelenmesi sonucunda bulunmuş bağlantılar, türbinlerin, rüzgar enerjisi motorlarının ve itici pervanelerin yapımına; bir akışkanın bir dirseğe ya da bir çepere uyguladığı kuvvetin hesaplanmasına ve akışkanlarda ölçüm tekniklerinin (hız, basınç, debi ölçümü) gerçekleştirilmesine olanak verir.

Ama gerçek akışkanlar kusursuz değildir ve bir akışkanın boru içinde akışı ya da katı bir cismin akışkan içinde yer değiştirmesi, ağdalı akışkanlar dinamiği alanına girer. Ağdalılık, bir akışkanın biçim değiştirme kuvvetlerine; daha genel anlatımla her çeşit bağıl iç harekete karşı direnç gösterme özelliğidir. Ağdalılığın tersi akıcılık (viscosity) tır.



Bernoulli Denklemi

Aslında akışkanlar için mekanik bağıntılar elde etmek oldukça zordur. En önemli problem, basıncın akışkanlara etkisini açıklayabilmektir. Akışkanlar mekaniğinde formüller, genellikle deneysel yollardan bulunmuştur. Deneylerde akışkanın sıkıştırılamaz olduğu ve sürtünmesiz aktığı düşünülür ve denklemler ona göre kurulur.

Daniel Bernoulli'nin 18. yüzyılda formülünü bulmak için düşündüğü problem şuydu: Aralarında yükseklik farkı olan iki nokta arasındaki bir borudan akıtılan sıvının incelenmesi. Bu noktaların basınçları sırasıyla P_1 ve P_2, yükseklikleri Z_1 ve Z_2, sıvının bu noktalardaki hızları ise V_1 ve V_2 olmak üzere, Bernoulli denklemi

$$\frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g Z_1 + P_1 = \frac{1}{2}\rho V_2^2 + \rho g Z_2 + P_2$$

ifadesiyle verilir.
Bu denklemde ρ sıvının yoğunluğu, g ise yerçekim ivmesidir

$\frac{1}{2}\rho V^2$ dinamik, P ise statik basınç olarak bilinir. Denklemi genelleştirirsek

$$\frac{1}{2}\rho V^2 + \rho g Z + P = \text{sabit}$$

Bu formül sözel olarak "bir akış çizgisi boyunca kinetik ve potansiyel enerji yoğunluğu toplamı ile basıncın toplamı sabittir" biçimde ifade edilir. Eğer akışkanımız durgunsa (V = 0), denklem biraz daha basitleşir: P - sabit = - rg Z Bu son denklem hem atmosfer, hem de denizler, göller için geçerlidir. Bernoulli denklemi, akışkanın bir pompada veya türbinde akması için geçerli değildir. Bunun sebebi pompa veya türbindeki pistonun, akışkan üzerinde ek iş yapması, yani ona enerji vermesidir. Bernoulli denklemi sadece enerjinin korunumunu ifade ettiği için, üzerine iş yapılan sistemlerde geçerli olamaz. Fakat buna rağmen oldukça kullanışlı bir denklemdir. Örneğin borularda sıvının akış hızını ölçmeye yarayan Venturi akışölçeri bu denkleme dayanarak yapılmıştır.

Bernoulli denklemi, ayrıca büyük tankerlerin İstanbul Boğazı'ndan geçerken yanlarına neden küçük gemilerin yanaşamayacağını anlamamıza yardım eder. Böyle bir durumda gemiler arasındaki suyun, gemilere göre bağıl bir hızı vardır. Suyun yüzeyi sabit yükseklikte olduğundan (Z_1 = Z_2) V ile P ters orantılıdır. Dolayısıyla gemiler arasındaki suyun basıncı daha azdır. Gemiler, iki tarafları arasındaki basınç farkından dolayı birbirlerine kuvvet uygularlar. Aynı kuvvet altında küçük gemi daha çok etkileneceğinden büyük gemiye çarpar.

Birbirlerine paralel olarak hızla çekilen iki kağıt parçasının birbirine yapışması da temelde aynı olaydır. Benzeri diğer bir olay da 50 cm yakınımızdan saatte 100 km hızla geçen bir trenin sizi 8N'lik bir kuvvetle çekmesidir.

Akışkanlar hayatımızın her anında karşımıza çıkmaktadır. İçinde bulunduğumuz hava, musluktan akan su, içinde yüzdüğümüz deniz... hepsi de birer akışkandır. Fakat bunlar, bir fizikçiye, başka insanlara göründüğünden çok farklı görünürler. Çünkü araştırılacak daha çok şey var.

Hasan Güçlü
Plevne Mah. Bahçeleriçi No: 55, 06930 Sincan/Ankara

Kaynaklar
Fine and Beall, Chnemistry for Scientists and Engineers, 1990
Ohanian H. Ohanian Physics, 1989
Sokullu A, Tecrübi Fizik Dersleri, 1943.