

CANLILARIN MÜHENDİSLİĞİ

BİYOMEKANİK

BİYOMEKANİĞİN TANIMI, DÜNÜ, BUGÜNÜ VE GELECEĞİ

Prof.Dr.Nuri AKKAŞ*

- * *Biyomekanik, biyolojiye uygulanan mekaniktir.*
- * *Biyomekanik, mekanik prensiplerinin yaşam bilimlerine uygulanmasıdır.*
- * *Biyomekanik, canlıların mekaniğini anlamayı amaç edinen bilim dalıdır.*
- * *Biyomekanik, biyolojik sistemlerin fonksiyon ve yapılarının mekanik yöntemleri ile incelenmesidir.*

Tüm bu tanımlarda ortak iki kelime "mekanik" ve "canlı" (veya onun eşdeğeri) kelimeleridir. Biyomekanik, özellikle bu yüzyılın ikinci yarısında çok ilginç bir bilim dalı haline gelmiştir. klâsik anlamda mekanik, yüzyıllardır araştırmacıların ilgi alanını oluşturmuş ve hâlâ da oluşturmaktadır. Ama bu klâsik bilim dalının prensiplerinin "canlı"lara uygulanması, ilginç bulunmaktadır. Bunun nedeni herhalde insanların mekanik bilgilerini bir binaya bir köprüye veya bir makine aksamına uygulamaları yerine, kendi vücutlarına ve kendi vücutlarını oluşturan yaşayan birimlere uyguluyor olmalarıdır. Kanımca, insanoğlunun -belki de içgüdüsel- birinci amacı, yaşamın sırrını (yani canlılığın ne olduğunu ve canlıların işlevlerini nasıl yerine getirdiklerini) ortaya çıkarmaktır. Ne konuda olursa olsun, bildiklerini canlılara uygulama çabaları, erinde sonunda, bahsettiğimiz sırra yönelik bir çalışma olacağına göre, bu tür çalışmalar, şuur altında bile olsa, insanın bir mutluluk duymasını sağlamaktadır. Doğal olarak, bu tür felsefi amaçlı biyomekanik çalışmaları, bir ara ürün olarak, gene insanoğlunun kendi yaşamını pozitif yönde etkileyen pratik sonuçlar da vermektir ki, bu da zaten mekaniğin mühendislikle olan ilişkisini göstermektedir. Özetle, biyomekanik, yaşamın sırrının araştırılmasında, klâsik mekanikçilerin insanoğluna armağanıdır; ama bu arada günlük yaşamımızda hepimizi etkileyen pratik bulgular da elde edilmektedir.

DÜN

Biyomekanik, pek çok kişi tarafından sanılabileceğinin aksine, eskilere uzanan bir bilim dalıdır ve çok geniş bir alanı kapsar. Biyomekanik konusunda önemli çalışmalar yapmış, dünün tanınmış bazı araştırmacılarının adları ve bu konudaki katkıları kısaca şöyledir:

* Orta Doğu Teknik Üniversitesi.



Kalça kemiği protezi.

Aristo (M.Ö. 384-322): "Treatise on Parts of Animals, Movement of Animals and Progression of Animals" isimli kitabında, kasların hareketini incelemiş ve onların geometrik analizini yapmıştır.

Bergamalı Galen (129-199): Vücudun tüm organları, yapısal açıdan, yapmaları gereken hareketleri en iyi yapacak şekilde projelendirilmiştir. Öyleyse, tüm canlıların vücutları yapısal sistemler olarak düşünülebilir.

Buharalı İbn-i Sina (980-1037): Tıp eğitimi ile beraber geometri de çalışmış olması, "Tıp Kanunu" isimli kitabında anatomik sorunlara bazen mekaniksel bir açıdan bakmasını sağlamıştır.

Leonardo da Vinci (1452-1519): Kasların bir yay gibi çalıştıkları görüşünü ileri sürmüş ve ayakta durma, yürüme, oturma ve atlamanın mekaniğini incelemiştir.

Galileo Galilei (1564-1642): Sarkaçı geliştirmiş ve bununla kalp atışlarının ölçümünü gerçekleştirebilmiştir.

William Harvey (1578-1657): Anatomi ve fiziolojiyi mekanik, fizik ve kimya prensipleri ile açıklamaya çalışan ekolün yaratıcısıdır. Kalbin çalışma mekaniğini ve kan dolaşımı mekaniğini bilimsel olarak incelemiştir.

Rene Descartes (1596-1650): Kalbin çalışmasını, bir iç yakımlı makinenin çalışmasına benzetmiş ve gözün analizini yapmıştır.

Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679): Kol ve bacak gibi uzuvların mekaniğini incelemiş ve kemiklerin kaldıraç gibi çalıştığını ileri sürmüştür. "De Motu Animalium" isimli kitabında hayvanların temelde makineler gibi hareket ettiğini ileri sürmüştür.

Robert Hooke (1608-1679): Hücre yapısını gözleyen ve "hücre" kelimesini ilk defa öneren bu araştırmacı, mekaniğin temel kurallarını da geliştirmiştir.

Stephen Hales (1677-1761): Kan basıncının ölçülmesi, kalbin ve atardamarların genişleme özelliklerinin ölçümü konularında çalışmalar yapmıştır.

Leonhard Euler (1707-1783): Damarlarda puls dalgalarının ilerleyişinin analizini gerçekleştirmiştir.

Thomas Young (1773-1829): İşitme ve görme teorilerine katkılarının yanında, elastisitenin temel kavramlarını da açıklamıştır.

Jean Poiseuille (1799-1869): Kan akımında viskozite ve direnç kavramlarının geliştirilmesi ve silindirik tüplerde kan akımının incelenmesi konularında çalışmaları vardır.

Hermann von Helmholtz (1821-1894): Konuşma, görme, ses tonu ve renk algılama teorilerine katkıda bulunmuştur.

Horace Lamb (1849-1934): Damarlardaki yüksek frekanslı dalgaların varlığını tespit etmiştir.

Otto Frank (1865-1944): Kalp mekaniğinin anlaşılması konusunda katkıları olmuştur.

Starling (1866-1926): Zarlarda kütle taşınımı ve vücutta su dengesi konularında katkıları vardır.

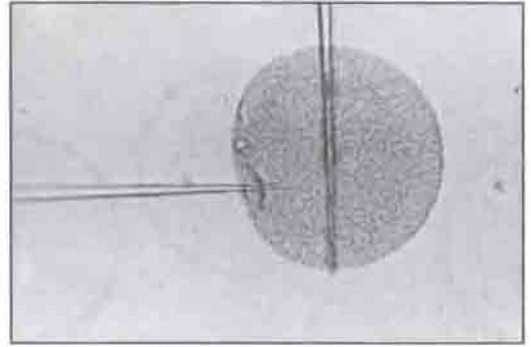
Krogh (1874-1949): Kılcal damarlarda kan dolaşımının mekaniği konusundaki çalışmaları ile Nobel ödülü kazanmıştır.

Hill (1886-); Kas mekaniği hakkında geliştirdiği teori ile Nobel ödülü kazanmıştır.

Yukarıdaki liste daha çok uzatılabilir. Fakat bu kadarı bile, biyomekanik bilim dalının yüzyıllardır canlı ve etkin olduğunu göstermeye yetmektedir. Öte yandan, mekanik biliminin çağdaş gelişimi mühendislikten kaynaklanmıştır. Bu yüzden, birçok mühendise biyomekanik, bilimi yeni bir bilim gibi gelmektedir. Yukarıda verdiğimiz liste bu genel yanlıyı ortadan kaldırır ümidindedir.

BUGÜN

Bu bölümde, dünyada son 10-15 senedir yapılmakta olan biyomekanik çalışmalarının bir kısmını özetlemeye çalışacağız. Biyomekaniğin temel prensipleri sayesinde bir organın normal çalışma şekli anlaşılabilir; bu organda bazı fiziksel değişiklikler söz konusu olduğunda, onun çalışmasında ne tür değişiklikler olacağı önceden kestirilebilir ve nihayet organda gerekli yapay değişiklikler için yöntemler önerilebilir. Biyomekanik çok güçlü bir anallik, sayısal ve deneysel mekanik bilgisi gerektirdiği gibi, ayrıca yeterince anatomi, histoloji, biyokimya, biyofizik, fizyoloji ve patoloji bilgisi de gerektirir. Bilimin bugünkü düzeyinde, bir tek araştırmacının tüm bu bilgileri kazanması imkânsızdır. Öyleyse, biyomekanikle uğraş-



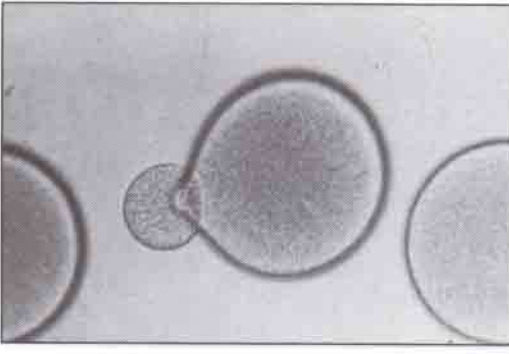
Şekil 1: Deniz kestanesi yumurtasının elastikiyeti.

mak isteyenler işbirliği yapmak zorundadırlar. Biyomekanik, gerçek bir disiplinlerarası bilim dalı olmak zorundadır. Biyomekanik prensiplerinin uygulanabildiği alanlardan bazıları, aşağıda özetlenmektedir.

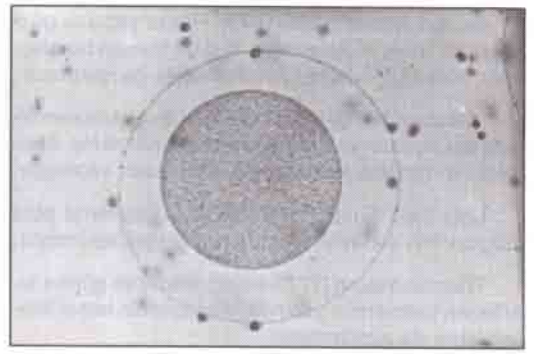
Moleküler Mekanik: klâsik mekanik prensiplerinin canlılara moleküler düzeyde uygulandığı konuları kapsar. Biyomekaniğin biyofizikle çıktığı bir alandır. Moleküler düzeyde "canlılık" kavramının ne olabileceği, incelenmesi gereken bir konudur. Bu konuya örnek olarak, DNA molekülü (Deoxyribonucleic acid) yay ve kütle sistemi olarak modellenmek ve bu modelin dinamik analizi yapılmaktadır.

Sitomekanik: Yaşayan en küçük birim olan hücrenin bölünmesi (mitoz ve sitokinez), çoğalması, hareket etmesi ve yayılması gibi olayların anlaşılabilmesi için, klâsik mekanik yöntemlerinden yararlanan; üzerinde teorik ve gözlemsel çok ilginç çalışmalar yapıldığı bakir bir alandır.

Çeşitli hücre etkinliklerinin mekaniksel açıklamalarının yapılmasına ve ilgili teorilerin geliştirilmesine yeni yeni başlanmıştır. Hücre etkinliklerinin incelenemediği modellerin geliştirilmesinde, deneysel ve gözlemsel verilerin ışığı altında, bir kontrol sisteminin ve onun biyokimyasal dinamiğinin modele dahil edilmesi gerekli görülmektedir. Hücrelerin, amip tipi sürünme hareketlerinin mekanizması henüz tam anlaşılabilmiş değildir. En son kabul gören teoriye göre, hücrenin hareketi, hareket yönündeki uç bölgede aktif polimerizasyonu sonucu, gerideki bölgenin öne doğru çekilmesi ile gerçekleşmektedir. Bu konuda, özellikle ABD'de önemli araştırmalar yapılmaktadır. Hücre hareketinin (yani yayılmasının) mekanizmasının anlaşılması, kanserli hücrelerin yayılmalarının neden kontrolden çıktığının anlaşılmasına yardımcı olabilecektir. Bu konuda, sitologlarla mekanikçilerden oluşan küçük bir grupla, mikroskopik düzeyde gözlemsel çalışmaların ve takiben de modelleme-teori geliştirme araştırmalarının hemen başlatılmasına büyük yarar vardır. Şekil-1'de, bölünmeye hazır bir deniz kestanesi yumurtası görülmektedir. Bu yumurtanın çapı, yaklaşık 100 mikron civarındadır. Yumurta, bir mikroiğne ile delinmeye çalışıldığında, pek beklenmeyen bir direnç göstermektedir. Bu direnç, yumurtayı saran ve mikroipçik



Şekil 2: Stoplazmanın dışarı akması.



Şekil 3: Döllenen yumurtada oluşan koruyucu zar.

diye adlandırılan moleküllerin oluşturduğu zar tabakasından kaynaklanmaktadır. Zar patlatılmadan iğne geriye çekilirse, elastik yumurta ilk küresel şekline geri dönmektedir. Yumurta iğne ile patlatıldığında, Şekil-2'de görüldüğü gibi, dışarıya sitoplazma denilen viskoz bir sıvı akmaktadır. Dışarı akan bu sitoplazma, pek kısa bir süre içinde yeni bir zar ile sınırlanmaktadır. Bu çok basit gözlem bile, hücrenin çok ilginç ve henüz daha pek anlaşılabilmiş malzeme ve mekanik özelliklerinin olduğunu vurgulamaktadır. Şekil-3 döllenmiş bir deniz kestanesi yumurtasını göstermektedir. Bir yumurta döllenince, başka spermilerin girmesini önlemek için, çevresinde anında bir koruyucu zar oluşur. Döllenmiş yumurtanın ve koruyucu zarın ne kadar düzgün birer küre oldukları şekilde görülebilir. Bir sıvı içinde yüzen iç içe iki kürenin küreselliklerini koruyabilmeleri için, iç basınçlar içten dışa doğru azalmalıdır. Bir hücre bu basit mekanik kuralı hangi mekanik yöntemlerle sağlamaktadır? Sitomekanik konusunda mekanikçilerin önemli katkılarının olacağına inanıyorum.

Doku Mekanığı: Yanıklarda yeni doku eklemek, doku bankası oluşturmak (yapay yöntemlerle doğal doku üretmek), plastik cerrahide (ortaya çıkan gerilmelerin analizi sonucu) optimum kesme (insizyon) ve dikme yöntemleri geliştirmek, kemik ve kırıkta doku gibi dokuların malzeme özelliklerini incelemek "doku mekanığı" konusunda yapılan araştırmaların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Diş ve Çene Mekanığı: Diş dolgu malzemelerinin mekanik özelliklerini tespit etmek, biyouyumlu yeni dolgu malzemeleri geliştirmek, çene ve diş protezlerinin çalışma mekanizmalarını deneysel ve teorik yöntemlerle incelemek, güncel araştırma konularını oluşturmaktadır.

Kalp ve Kan Dolaşımı Mekanığı: Damar tıkanma nedenlerinin araştırılması (kanda dolaşan hücre artıklarının oluşturduğu "platelet"lerin damar çeperine yapışması mekanik bir adezyon olayı olduğu gibi, biyofiziksel düzeyde yüzeyler arası bir süzyon olayıdır), tıkanmış damarların mekanik yöntemlerle temizlenmesi (çeperi mekanik yöntemlerle kazıma veya kabuklaşmış bölgeyi basınçlı balonla sıkıştırıp

çeperi genişletme çalışmaları), "by-pass"larda yöntem geliştirme ve yapay damar çalışmaları, kan ve göz basıncı ölçümleri için alet geliştirme, vücuda hasar vermeyecek yöntemlerle (ultrason ve lazer kullanılarak) kan akımının hızını, hacmini ve içindeki alıyıcı miktarını ölçme, kalp kapakçığı protezlerinin ömürlerini uzatma ve biyouyumlu malzeme geliştirme bu bölümün araştırma konularıdır.

Yapay Organlar Mekanığı: Yapay akciğer, yapay böbrek, yapay kalp, yapay pankreas ve yapay karaciğer geliştirmek, araştırmacıları önümüzdeki 40-50 sene çok meşgul edecektir. Çeşitli mekaniksel sorunlar, malzeme, boyut ve biyouyumluluk konuları senelerce gündemde kalacaktır.

Ortopedi ve İskelet Mekanığı: Kalça ve diz gibi eklem için protez geliştirme, kırık kemikleri iyileştirme yöntemleri (piezoelektrik olayı, stabilite için kullanılan plâkalar, askıya alma yöntemleri), takma uzuvlar geliştirme, kırık kemikleri birleştirici kemik plakaları, vidalar ve çiviler geliştirme, çalışılan konulardandır. Avrupa Topluluğu'nun bir biyomekanik toplantısında verilen rakamlara göre, Avrupa'da, bir senede iki yüz elli bin kalça kemiği protezi kullanılmaktadır. Şekil 4'te tipik bir kalça kemiği protezi ve oluşan gerilmeleri ölçmek için kullanılan çok kanallı strain-gage bağlantıları görülmektedir. Sadece İngiltere'de yılda kullanılan kalça kemiği protez sayısı, kırk beş bin civarındadır. Türkiye'de bu sayı çok düşüktür. Ayrıca son yıllarda, senelerdir kullanılan klâsik kalça kemiği protezlerinin şeklinin optimumluğu üzerinde tartışmalar yeniden canlanmıştır. Dalga mekanığı prensiplerinin uygulandığı teorik ve deneysel çalışmalarla, kırık kemiklerde iyileşme düzeyini incelemek, başlıbaşına bir araştırma konusudur.

Büyüme ve Yaşlanma Mekanığı: Mekanik kuvvetlerin, kemik vb. dokuların büyümelerine etkilerini incelemek, genç ve yaşlı dokuların mekanik özellikleri arasındaki farklılıkları araştırmak, yerçekiminin sıfır olduğu uzay yolculuklarında mekanik kuvvetlerin vücuda etkisini incelemek, aşınan (yaşlanan) hücrelerde mekanik belirtileri ortaya çıkarmak, özellikle gelecek yıllarda çok daha güncel araştırma konuları olacaktır. Osteoporoz, kemik dokusunun aşın-

GELECEK

ması veya yaşlanması durumudur. Dalga mekaniği prensiplerine dayanan deneysel çalışmalar, halen Avrupa'da Topluluk desteği ile yürütülmektedir.

Hareket Mekaniği: Pilot ve astronotların, normal ve anormal koşullarda hareketleri, traktör gibi ağır vasıtalarda kullanıcının, lomber bölgesinin maruz kalacağı darbelerin etkisini minimuma indirme çalışmaları, yürüme mekaniği, sakatların rehabilitasyonu (takma üzüvler, araç geliştirme), spor mekaniği (optimum yüzme, koşma, gülle atma, vs. koşullarının tespiti, uygun egzersiz yöntemleri geliştirme) gibi konular, mekaniğin üst düzeyde katkılarını gerektirmektedir.

Dayanım Mekaniği: Çeşitli darbeler karşısında vücudun iç ve dış organlarının dayanımını tespit etmek ve dayanım eğrileri geliştirmek, beyin zedelenmesi araştırmaları yapmak (trafik kazalarında ölüm nedenlerinden biri, kafanın ön cama çarpması sonucu görülen beyin zedelenmeleridir), kask dayanımını incelemek, yer çekiminin sıfır olduğu (uzayda) ve ivmenin yüksek düzeylere eriştiği (roketle fırlatılarda) durumlarda, atmosferik basıncın çok yüksek ve çok az olması durumlarında, aşırı sıcak ve aşırı soğukta vücudun davranışını ve dayanımını gözlemek önemli araştırma konularını teşkil etmektedir.

Araç Mekaniği: Kaza anında sürücü ve yolcularda hasarın en aza indirilmesini sağlayacak koruyucu sistemlerin geliştirilmesi (emniyet kemeri, şeker balon, taşıtın enerji yutabilirliğini artırma), traktör ve uçak gibi sert darbelere maruz kalabilecek araçlarda, titreşimleri sönmeye uğraticı koltuk geliştirme, tekerlekli sandalye ve hasta yatağı yapımı, sakatların çalışabilmelerini sağlayan özel amaçlı sistemler geliştirme, kan basıncı, kalp atışı, solunum oranı, elektrokardiyogram ve elektromiyogram gibi parametrelerin sürekli ölçümünü sağlayabilecek kullanışlı cihazların geliştirilmesi, bu konuda bahsedilebilecek araştırma konularıdır.

Hayvanlar ve Bitkiler Âlemi Mekaniği: Canlı insanlar üzerinde yapılamayan mekanik deneyler, hayvanlarda yapılabilen ve sonuçlar, insana extrapol edilmektedir. Hayvan ve bitki mekaniğinin anlaşılması, insanoğluna yeni ufuklar açacaktır. Uzak yerlere göç eden kuşlar neden V şeklinde uçarlar? Toplu uçuşlarda V şekli aerodinamik verimi artırmaktadır. 25 kuşun, optimum uçuş şeklini aldıklarında, % 70 daha az enerji harcadıkları hesaplanmıştır. Balıklar yüzme anında çevrelerindeki türbülansını minimuma indirebiliyorlar. Bunu, derilerinin çok düzgün olmasına ve yüzeylerinde yağlayıcı madde salgılayabilmelerine atfetmek mümkündür. Akışkanlar mekaniği açısından hâlâ çözülmemiş yığınla problem var. Bir pire kendi boyunun yüz misli uzağa sıçrayabiliyor ve bu "resilin" denilen bir proteinde enerji birikimine bağlıyor. İnsanoğlunun hayvanlar ve bitkiler âleminden öğreneceği çok şey var. Hayat bilimcilerle mekanikçiler el ele verdiklerinde, pratik yararlar sağlayacak sonuçların elde edilebileceği güncel bir araştırma alanıdır.

Biyomekanik çalışmaları, elde edilen başarılarla yenileri de eklenerek devam edecektir. Klâsik mekanik prensipleri, özellikle canlılar konusunda, birçok bilim dalından daha fazla uygulamaya alanı bulacaktır. Bazı biyolojik ve tıbbi bilimler, gelişmelere bağlı olarak içeriklerini değiştireceklerdir. Örneğin, klâsik fizyoloji dersi, artık yapay organların ve protezlerin fizyolojik etkilerini de inceleyen konuları kapsamaktadır. Biyoyumluluk (veya biyoyumsuzluk), tıp öğrencilerinin normal ders programlarına dahil edilmesi gereken bir düzeye erişmiştir. Bir plastik cerrahın veya bir ortopedistin güçlü bir mekanik bilgisi ile donatılması gerekecektir. Biyomekanik, üst düzeyde bilimsel araştırmaların yapıldığı ve pratik ürünlerin ortaya çıktığı bir bilim dalı olarak katkılarını sürdürecektir. Aşağıda, 21. yüzyılda da süreceğine veya o yüzyılda başlatılacağına inandığımız ve dolayısıyla, Türkiye'de de teşvik edilip, bir şekilde başlatılmasında yarar gördüğümüz bazı biyomekanik araştırma konuları verilmiştir.

a) Yapay organlar ve biyoyumlu malzeme üzerine araştırmalar devam edecek ve bilim kurgunun "biyoteknoloji" oğusuna daha da yaklaşılacaktır. Bu konuda, malzeme bilimine çok önemli görev düşmektedir.

b) Uzay yolculuğu daha da güncelleşeceğinden, "uzay biyomekaniği" diye adlandırabileceğimiz konuda çalışmalar artacak ve arz dışında insanoğlu için doğal olmayan koşullarda yaşam etkinliklerinin mekaniği incelenecektir. Örneğin, yer çekimi olmayan bir ortamda ceninin büyümesi ve konumu, hangi mekanik kurallarına uyacaktır?

c) Büyüme ve yaşlanma teorileri ve bunların mekaniği daha çok ilgi çekecektir; çünkü bunlar insanoğlunun zaten binlerce yıldır ilgisini çekmiştir.

d) Hastalığa teşhis koyma ve tedavinin takibinde biyomekanik, bugünkünden daha önemli rol oynayacaktır. Kapalı beyin zedelenmeleri irdelenmesi, idrar yollarındaki tıkanıklığın basınç dalgalarının yansıtılması ile tespiti ve böbrek taşlarının ultrasonik dalgalarla kırılması gibi teşhis ve tedavide araştırma konuları zaten zamanımızda da başlamıştır ve senelerce devam edecektir.

e) Sitomekanik yani hücre biyomekaniği çalışmalarının hızlanarak ilerleyeceği kanısındayız. Kromozomları sentrozomlara çeken mekanik içki kuvvetleri nasıl oluşuyor ve klâsik mekanik bu olayı yeterince açıklayabiliyor mu? Bitki hücreleri bölünmesinin mekaniği, daha hemen hemen hiç incelenmemiş bir konu. Bir hücrenin yer değiştirebilmesi hangi mekanik kuvvetler sayesinde mümkün oluyor? Kanseri hücrelerinin arsızca çoğalıp yayılmaları, hangi mekanik kuvvetlerin yetersizliğinden kaynaklanıyor? Bu ve benzer sorular, sitomekaniğin geleceğinin çok aktif olacağını göstermektedir.

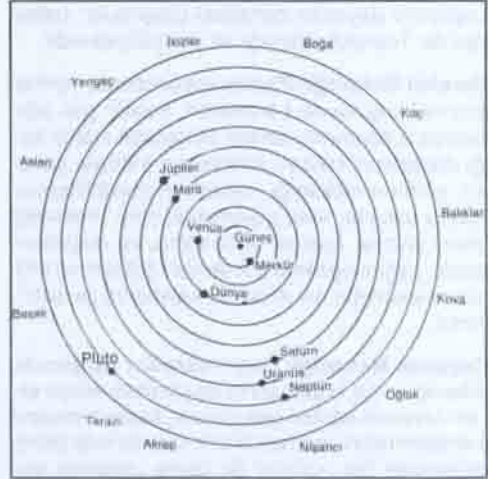
f) 21. yüzyılda önem kazanacağına inandığımız son bir konu ise, "psikomekanik" adıyla adlandırığımız araştırma konusudur. Psikolojik etkenlerin,

MAYIS AYININ İLGİNÇ GÖK OLAYLARI

Prof.Dr.Osman DEMİRCAN

Bu ay Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter ve Satürn âletsiz gözlenebilecek parlak gezegenlerdir. Ocak ayından beri akşam yıldızı olarak gözlenen Venüs, gittikçe daha iyi konumda ve daha parlak gözlenmektedir. Venüs'ü akşam güneş batıktan sonra İkizler Burcu'nda saat 23.00'e kadar gök yüzünün en parlak gök cisimi olarak görebilirsiniz. Hatta konumunu Güneş'e göre iyi bellerseniz, Venüs'ü gündüz bile gökyüzünde görmeyi mümkün olur. Ancak bu gözlem, özel bir dikkat gerektirir. Bu ay Merkür gezegeninin gözlemi için de iyi bir aydır. Merkür bu ay, sabahları güneş doğmadan yarım saat kadar kısa bir süre doğu ufkunda Balıklar Burcu'nda gözlenebilecektir. 12 Mayıs'ta en büyük batı uyanımında bulunduğundan, bugün en iyi gözlem konumunda bulunacaktır. Merkür'ü hiç görmemiş olanlar için bu iyi bir fırsat olabilir. Bu ay âletsiz gözlenebilecek diğer iki gezegen Mars ve Jüpiter, gökyüzünde durağan konumlarını bu ay da korumakta ve yine İkizler ve Yengeç burçlarında birbirlerine yakın konumda gece yarısına kadar gözlenebilmektedir. Bu iki gezegenin Venüs gezegeniyle beraber 15 Mayıs saat 21.00'de takım yıldızları arasında batı ufkunda oluşturduğu ilginç görüntü, şekilde gösterilmiştir. Bu ilginç görüntü, herkes için gözlemeye değer bir görünümdür. Âletsiz görünemeyen Uranüs ve Neptün gezegenleri, Nişancı takım yıldızındadır ve ancak teleskopla gece yarısından sonra güney doğu ufkuna yakın konumda gözlenebilirler.

Yine Nişancı takım yıldızında bulunan Satürn gezegeni de gece yarısından sonra bütün ilginçliğiyle izlenebilir. Satürn gezegeni, yörünge hareketi nedeniyle Temmuz ayı sonuna kadar Dünya'ya yaklaştığı için, gittikçe daha parlak ve daha ilginç görünür duruma gelecektir. Çok sönik olan Pluto gezegenini malesel ülkemizdeki teleskoplarla göremiyoruz ama, bu gezegenin de 10 Mayıs'ta Dünya'ya en yakın konumdan geçtiğini biliyoruz. Bu yakınlık 4,3 milyar kilometredir. Gezegenlerin burçlara göre yörüngeleri üzerindeki konumları ayrı bir şekilde gösterilmiştir. Şekilde Dünya ile Güneş'i birleştiren doğruya göre Güneş'in 21 Mayıs'a kadar Kaç Burcu'nda olduğu, ondan sonra da Boğa Burcu'na geçtiği görülmektedir. Bu du-



rum gazetelerdeki yıldız fallarının temel aldığı Güneş konumlarına ters düşmektedir. Bunun nedeni, yıldız fallarında Güneş konumlarının yanlış hesaplanmasıdır. Bu da gerçeğe ilgisiz olmayan fallara yanlış bakıldığının kanıtıdır.

Bu ay izlenebilecek bir başka gök olayı Kova Burcu'ndan yayılan akan yıldız yağmurlarıdır. Sabaha karşı Kova Burcu yöresinde gözlenebilecek olan bu akan yıldız yağmurları, 5 Mayıs sabahı en yoğun şekilde görülebilecektir. Bu ay yine Ay ve Güneş tutulması olmayacaktır. Ay, 7 Mayıs'ta son dördün, 14 Mayıs'ta yeniay, 21 Mayıs'ta ilk dördün ve 28 Mayıs'ta da dolunay evrelerinde olacaktır.

insan fizyolojisini de belirgin bir şekilde etkilediği bilinmektedir. Klâsik örnek, ülser olmakla beraber, biz burada daha mekanik örnek olarak psikolojik kabızlık veya ishali gösterebiliriz. Heyecanlanma veya kızgınlık, kan basıncının aniden yükselmesine neden olmaktadır. Bu örnekler çok artırılabilir. Psikolojik nedenlerin, insanda mekanik belirtiler yarattığı, herhalde inkâr edilemez bir gerçektir. Psikomekanik bu tür olayları, nedenleri ve sonuçları ile, klâsik mekanik prensiplerinden yararlanarak inceleyecek olan, önümüzdeki seneler isminin çok duyulacağına inandığımız, bir bilim dalı olarak karşımıza

çıkacaktır. Bu konuda literatürde bilinçli bir şekilde yapılmış bir çalışma olmadığı kanısındayız.

Yukarıda verilen ve 21. yüzyıla sarkacak veya o yüzyılda başlatılacağını sandığımız biyomekanik çalışmalarının sayısı, doğal olarak, kolayca artırılabilir. Amacımız her olasılığı özetlemekten ziyade, ilimizi çeken konuları sunmak oldu. Ümidimiz ise, özellikle genç araştırmacıların bu konulara ilgi göstereceğidir. Daha deneyimli araştırmacı meslektaşların da genç öğrencilerini, bu tür disiplinlerarası konularda çalışmaya teşvik etmeleri arzu edilir. Bu tür araştırmalar bilimsel kurumlarca da desteklenmelidir. □