

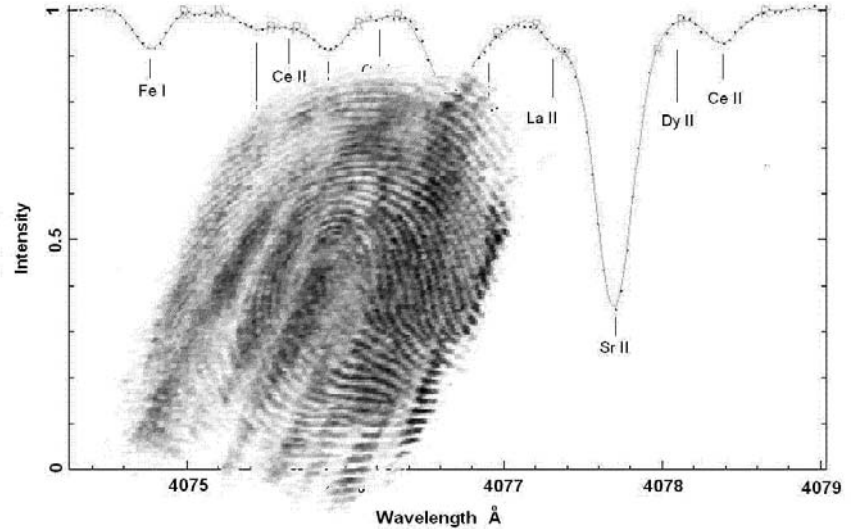
DÜNYA VE YILDIZLARDAKİ PARMAK İZLERİ “NADİR TOPRAK ELEMENTLERİ”

Bir süre önce gazetelerdeki bir haber dikkatinizi çekmiş olabilir. Seydişehir'deki Boksit minerallerinin “Nadir Toprak Elementleri” bakımından zengin olduğu bildirilmişti. Eskişehir ve Kırşehir yörelerinde de bol miktarda bulunduğu bilinen bu elementlerin özellikleri ve kullanım alanları, bir gökbilimci gözüyle araştırılmaya değer görünüyor. Çünkü yıldız fotosferlerindeki elementlerin kimyasal bollukları gökbilimin yöntemiyle incelenirken, nadir toprak elementlerinin de sözü geçer.

Yeryüzünde Nadir Toprak Elementleri!

Nadir Toprak Elementleri (Rare Earth Elements), elementlerin periyodik tablosunun alt kısmında iki satırda gösterilirler. Nadir toprakların Lantanitler ve Aktinitler olarak bilinen iki ailesi bulunuyor. Böyle isimlendirilmelerinin nedeni, atom numaraları 57-71 arasında olan lantanitlerin lantan ile başlaması, 89-103 atom numaralı serininse aktinyum ile başlaması. Bu iki element serisi, atomlarda dıştan 3. katmana elektronların dolması sonucu oluşur; 4f alt katmanına elektronlar dolarken Lantanitler, 5f alt katmanına elektron dolarken Aktinitler oluşur.

Jeokimyacılar arasında eski bir deyiş vardır: Nadir toprak elementleri ne “nadir” ne de “toprak”tır. Yerkabuğunun içerisinde bollukları lantanitlerinden daha düşük olan ve herkes tarafından da iyi bilinen birçok element var. Örneğin altın, gümüş ve platin böyleleri. Daha az bilinen selenyum (Se), rutenyum (Ru), rhodyum (Rh), palladyum (Pd) gibi elementler de na-

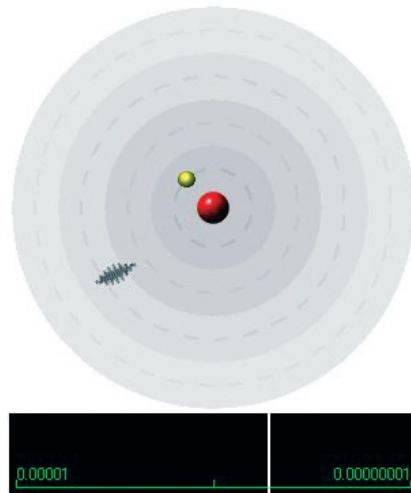


Şekil 1: Elementlerin elektromanyetik tayf üzerindeki parmak izleri.

dir toprak elementlerinden daha “nadir”.

Aktinitlerin tamamı radyoaktif, yani kararsız olur. Fakat uranyum (U) ve toryum'un (Th), yarılanma süreleri çok uzun olan izotopları var. Bu uzun yarılanma süreleri, yer kabuğunda hâlâ ölçülebilir miktarda oluşlarının nedeni.

Şekil 2: Atom ve tayf çizgisi.



Buradan diyebiliriz ki, nadir toprak elementleri “nadir” değil ya da en azından kesinlikle “en nadir” değil.

Öte yandan bu elementler “toprak” da değildir. Ancak, elementler böyle anı gelmişler. Antik dünyanın kimyagerleri olan simyacılar, bilmedikleri pek çok maddeye “toprak” demişler. Bu maddelerin daha sonraları “oksit” sınıfından bileşikler olduğu anlaşıldı. Buradan, onların dediği maddelerin lantanit ve aktinit oksitleri olduğunu anlıyoruz. Yer kabuğundaki lantanit oksitlerinin, demir ve titanyum oksitlerinden daha nadir olduğu kesin.

Ancak, jeokimyacılar şimdilerde bazı kayalarda lantanitlerin diğerlerinden daha çok bulunduğunu göstermiş bulunuyorlar. Bu bilimadamları özel kayalarda lantanitlerin neden bol bulunduğunu ve hatta bu elementlerin bağlı bolluklarının sebebini de açıklayabiliyorlar.

Lantanitlerin kayalardaki dağılımını iki ana faktör etkiliyor. Bunlardan ilki lantanit iyonunun boyutu ki, bu,

Grup →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																		
Periyot ↓																																																				
1	1 H																	2 He																																		
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne																																		
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar																																		
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr																																		
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe																																		
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn																																		
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo																																		
				<table border="1"> <tr> <td>* Lantanitler</td> <td>57 La</td> <td>58 Ce</td> <td>59 Pr</td> <td>60 Nd</td> <td>61 Pm</td> <td>62 Sm</td> <td>63 Eu</td> <td>64 Gd</td> <td>65 Tb</td> <td>66 Dy</td> <td>67 Ho</td> <td>68 Er</td> <td>69 Tm</td> <td>70 Yb</td> <td>71 Lu</td> </tr> <tr> <td>** Aktinidler</td> <td>89 Ac</td> <td>90 Th</td> <td>91 Pa</td> <td>92 U</td> <td>93 Np</td> <td>94 Pu</td> <td>95 Am</td> <td>96 Cm</td> <td>97 Bk</td> <td>98 Cf</td> <td>99 Es</td> <td>100 Fm</td> <td>101 Md</td> <td>102 No</td> <td>103 Lr</td> </tr> </table>																	* Lantanitler	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	** Aktinidler	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
* Lantanitler	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu																																					
** Aktinidler	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr																																					

iyonun yaygın mineraller (feldspar gibi) içine yerleşme olasılığını belirliyor. Element iyonunun değerliği de (yükseletgenme sayısı), bir diğer önemli faktör; örneğin europyum elementinin kayalara yerleşmesi, değerliğiyle ilgili. Pekçok lantanit +3 değerliğine sahipken, europyum çoğu zaman +2 yüklü oluyor. Europyum +2 basamağında, kolaylıkla minerallerdeki kalsiyumun yerine geçebilir. Böyle kayalarda diğer kayalara göre çok daha yüksek oranda europyum bulunur. Bu, böyle bir kayada europyumun diğer lantanitlere göre daha bol bulunması anlamına geliyor.

Lantanit iyonlarında, hafiften ağıra doğru gidilirken iyon çapında bir kü-

çülme gözlenir. Buna "lantanit büzülmesi" adı verilir. Lantanit büzülmesi, yeryüzeyindeki kayaların bağlı lantanit bolluklarının, derin kayalarda tersine dönmelerinin bilinen nedeni. Magma donarken oluşan kayaç kristalleri, büyük çaplı lantanit iyonlarını yapılarına kabul etmedikleri için, bu iyonlar ilk oluşan kayalara girememiş, sıvı fazlarda kalmış ve böylece bunların magmatik kayalardaki bağlı bollukları düşük kalmış. Buna karşın yüzey tortullarında lantan ve onun gibi büyük çaplı iyonlar bol bulunuyor.

Genel bir eğilim olarak, yüzeye yakın kayaçlar hafif (büyük yarıçaplı) lantanitler bakımından daha zengin, derin magmatik kayaçlar ağır (kü-

çük yarıçaplı) lantanitler bakımından daha zengin. Bu bilgi, oldukça genel bir durumdur. Örneğin yeryüzeyinde hızlı soğuma ile oluşan granitlerde, kristal yapıya en son giren büyük çaplı lantanitler daha bol.

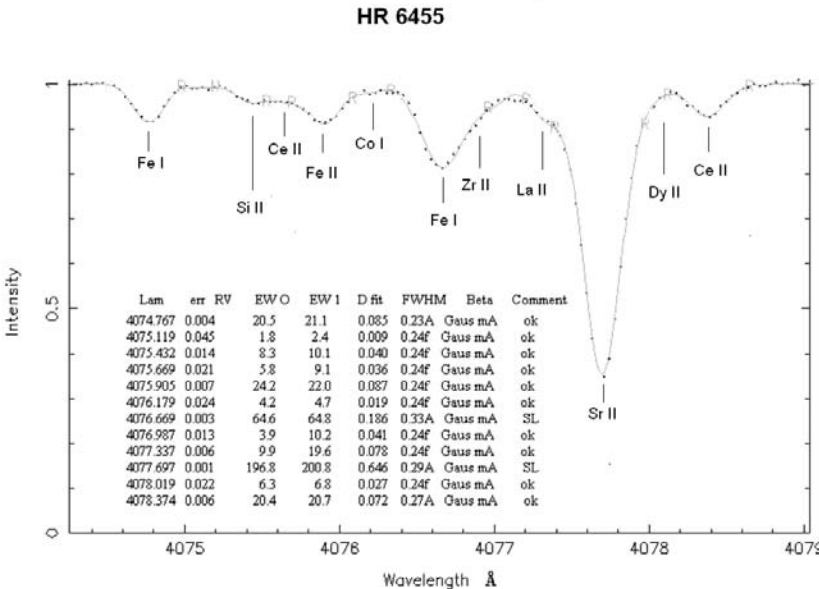
Özellikle europyum (Eu) ve seryumun (Ce) oksidasyon basamakları da, bağlı bolluğu etkileyen ek bir faktör olarak karşımıza çıkabiliyor. Örneğin, feldsparlar Ca^{2+} yerine Eu^{2+} ve Si^{4+} yerine Ce^{4+} geçebildiği için Eu ve Ce bakımından zenginler.

Yer kayaçları için açıklanan bu eğilimler, Ay ve meteorit taşları için de geçerli.

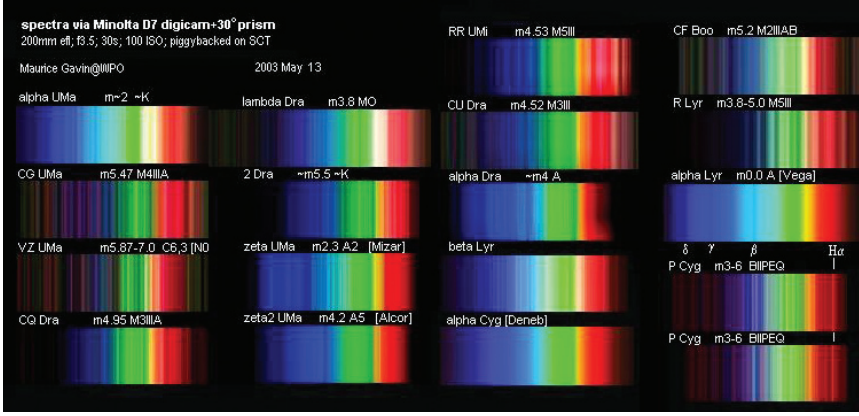
Evren doğal laboratuvarların en büyüğü, gökbilim de doğal bilimlerin ayrılmaz parçası sayılabilir. Gökbilimin en önemli araştırma alanlarından bir tanesiyse yıldızların fotosferlerindeki element bolluklarının analizleri. Seryum (Cs), rubidyum (Rb), helyum (He), galyum (Ga), argon (Ar), neon (Ne), kripton (Kr) ve ksenon (Xe) elementleri henüz Dünya üzerinde keşfedilmeden, Güneş'in elektromanyetik tayflarının incelenmesi sırasında bulundu. Güneş'ten gelen ışınlar gibi yıldızlardan gelen ışınlar da, tayf halinde incelenir.

Elementler ve Işınlar...

Yıldız astrofizğinde, yıldızlardan yayılan ışınının dalgaboylarına göre incelenmesine, ışınının yayıldığı katmanlarda hangi elementlerin bulunduğu araştırılıp ortaya konmasına "Tayfsal Analiz" deniyor. Kimya-



Şekil 3. HR 6455 yıldızının Dominion Astrofizik Gözlemevi'nden elde edilen $\lambda\lambda 4074-4079\text{\AA}$ dalgaboyu aralığındaki tayf; tayf çizgilerine ilişkin ölçümler ve bir kez iyonize olmuş bazı nadir toprak element çizgileri.



Şekil 4. α UMa, CG UMa, CQ Dra ve λ Dra gibi bazı yıldızların tayflarına ait örnekler.

nın gelişmesine de katkıda bulunan bu türden astrofizik çalışmalarında, yıldızdan gelen ışık bir yarıktan geçirildikten sonra basit anlamda bir prizmadan geçirilirse, karşısındaki ekranda tıpkı gökkuşağında olduğu gibi renkler dizilir. Bu renkli şeride tayf, tayfı elde etmeye yarayan ve teleskoplara bağlı çalışan aletlere tayfçekerler deniyor. Güneş ve diğer yıldızların tayfları, bu tayfçekerler yardımıyla elde ediliyor. Katı, sıvı ve gaz maddeler özellikle yüksek sıcaklıklara ısıtıldıkları zaman, yan yana pek çok dalgaboyundan oluşan sürekli tayflar elde edilir. Düşük basınç altındaki gazların verdikleri tayf kesikli çizgiler halinde çizgi tayfı şeklinde görülür. Her elementin elektromanyetik tayf üzerindeki parmak izleri farklı; yani her element için dalgaboyları farklı olur. Güneş sırf hidrojen oluşsaydı sürekli enerji dağılımında sadece hidrojen elementine ait tayf çizgileri görülecekti. Oysa Güneş'te başka elementler de var. Işığı bize kadar ulaşabilen yıldızın yüzey katmanlarında hangi elementlerin bulunduğu ve bu elementlerin bollukları "Kimyasal Bolluk Analizleri" ile tespit edebiliyor. Böylece yıldız tayfındaki çizgi profillerinin tek tek incelenmesiyle başlayan bir astrofizik çalışması, detaylı kimyasal bolluk analizlerine kadar uzanabilmekte. Yıldız astrofiziğinin önemli bir yararı da, yıldız evriminin anlaşılmasına katkı yapması ve gökadamızın kimyasal geçmişinin anlaşılabilmesine imkan sağlaması. Ancak ayrıntılı ve doğru sonuçlar,

i) Duyarlılığı yüksek olan gözlemsel verilerin,

ii) Gerçeğe uygun fiziksel modellerin kullanıldığı çalışmalardan elde edilebiliyor.

Tayfsal analizler; aynı zamanda kozmoloji, radyoloji, tıp, nükleer alanlarda ve yaygın olarak da gıda maddelerinin kontrolü gibi alanlarda da kullanılıyor.

Yıldızlarda Nadir Toprak Elementleri

Yıldız atmosferlerindeki "nadir toprak elementleri" de tıpkı diğer elementlerin belirlenmesinde olduğu gibi benzer yöntemle, yaydıkları ışınlar incelenerek araştırılmakta. Özellikle manyetik kimyasal özel yıldızlar (Ap stars), nadir toprak elementleri çalışmak için doğal birer laboratuvar. Çoğunda lantandan (La) gadolinyuma (Gd) kadar olan elementler bolca bulunur, bazılarında disprosyum (Dy) ve holmiyum (Ho) gibi ağır lantanitler de yakalanmış bulunuyor. Güneş'ininkinden çok daha bol miktarda bulunan nadir toprak elementleri, Ap yıldızlarının en tipik özelliği. Geçmiş yıllarda yapılan çalışmalar; La, Ce, Nd ve Sm gibi nadir toprak elementlerin birinci iyonlaşma durumuna ait çizgileri ile sınırlıydı. Oysa 1900'lü yılların başlarında Ap türü yıldızların tayflarında ikinci iyonlaşma durumuna ait (REE3) çizgilerin varlığı bilinmesine karşın (örneğin α^2 CVn yıldızı), atomik verilerin yetersizliği nedeniyle bu çizgilere ilişkin yapılan çalışmalar ileriye götürülemedi.

Ne yazık ki, bugün yıldız fotosferlerindeki (ışık küre) lantanit bollukları iyi anlaşılacak değil. Genel resme bakıldığında daha hafif olan lantanitlerin, ağır olanlara göre daha bol oldukları görülüyor. Bu durum, Dünya yüzeyindeki bağlı bolluklarla ilişkilendirilebilir. Fakat oradaki dağılım farklı sebep-

lerden ortaya çıkmış olabilir. İlginçtir ki " β CrB" ve "HR 7575" gibi özel yıldızlarda Nd ve Sm elementleri hiç gözlenememiş bulunuyor. Bir yıldızda, her yıldızda görünen bazı tayf hatlarının gözlenemeyişini açıklamak için henüz erken. Belli ki bu konuda difüzyon teorisi denen ve element dağılımlarını tahminde kullanılan bilimsel yaklaşım şimdilik yetersiz.

Aslında bu yıldızlarda nadir toprak element bolluklarının doğru olarak ölçülebilmesi o kadar da kolay değil. Ayrıca lantanitlerin, yıldızların manyetik olan (Ap-stars) ve manyetik özellikli olmayan (Am-stars, HgMn-stars) türlerinin neden büyük bağlı bolluk farklılıkları gösterdiğini de henüz bilmiyoruz.

HD 101065, nadir toprak elementlerin hem birinci hem de ikinci iyonlaşma durumuna ait tayf çizgilerinin bolca bulunduğu ünlü bir yıldız. Bu yıldız, atomun kuantum modeli ile ilgili yeni teorik çalışmaların deneysel doğrulanması için sanki bir laboratuvar görevi üstlenmiş görünüyor. Tayfsal analizler, bu yıldızın atmosferinin Uranyum ve Toryum bakımından zengin olduğunu ortaya koydu. Böylece, bir yandan kimyacıların geliştirdiği atom modelleri astrofiziğin kullanımına sunulurken, bir yandan da, yıldızlardan elde edilen özel tayflar, atom modellerinin gelişmesine yardımcı oluyor.

Bugün, ülkemizde TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG; Bakırlitepe-Antalya)'ndeki 1,5 metrelik teleskopla yıldızların tayfsal gözlemlerine başlanmış bulunuyor. Bugüne kadar uluslararası ortak bilimsel çalışmalar sonunda Kanada'daki Dominion Astrofizik Gözlemevi (DAO; Kanada) gibi bazı gözlemlerinden temin edilen tayfsal verilerle üniversitemizde yapılan kimyasal bolluk analiz çalışmaları, artık kendi gözlemlerimizle devam edecek. Bu sayede hem yıldız astrofiziği çalışmalarında kendi gözlemsel verilerimiz birçok bilinmeyene ışık tutacak, hem de genç gökbilimcilere yeni araştırma alanları açılmış olacak.

Yrd. Doç. Dr. Kutluay Yüce
Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi,
Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü
kyuce@astro1.science.ankara.edu.tr

Teşekkür: Charles R. Cowley (Michigan Üniversitesi, Astronomi Bölümü, USA)

A Y L I K P O P Ü L E R B İ L İ M D E R

BİLİM ve TEKNIK

S A Y I 4 6 8

KASIM 2006

3,5 YTL



TÜBİTAK



ZAMAN TÜNELİNDE TÜRKİYE

Çocuğunun Teyzesi Olmak... Ay'da Nasıl Beton Dökülür?.. Gökerin Trafik Polisleri... Süper Bellekler...

212110 2006/11



9 771300 33800 68

BİLİM ve TEKNİK

C İ L T 3 9 S A Y I 4 6 8



TÜBİTAK

*"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır"
Mustafa Kemal Atatürk*

Sahibi

TÜBİTAK Adına Başkan V.

Prof. Dr. Nüket Yetiş

Genel Yayın Yönetmeni

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Raşit Gürdilek

(rasit.gurdilek@tubitak.gov.tr)

Yayın Kurulu

Güldal Büyükdamgacı Alogan

Mustafa Atakan

Vural Altın

Ahmet İnam

Adnan Kurt

Cihan Saçlıoğlu

Teknik Koordinatör

Duran Akca

(duran.akca@tubitak.gov.tr)

Redaksiyon

Zeynep Tozar

(zeynep.tozar@tubitak.gov.tr)

Araştırma ve Yazı Grubu

Gülşün Akbaba

(gulgun.akbaba@tubitak.gov.tr)

Alp Akoğlu

(alp.akoglu@tubitak.gov.tr)

Deniz Candaş

(deniz.candas@tubitak.gov.tr)

Bülent Gözcüoğlu

(bulent.gozcelioglu@tubitak.gov.tr)

Gökhan Tok

(gokhan.tok@tubitak.gov.tr)

Serpil Yıldız

(serpil.yildiz@tubitak.gov.tr)

Elif Yılmaz

(elif.yilmaz@tubitak.gov.tr)

Grafik-Tasarım

Ayşegül D. Bircan

(aysegul.bircan@tubitak.gov.tr)

Aytaç Kaya

(aytac.kaya@tubitak.gov.tr)

Web Uygulama

Sadı Atılğan

(sadi.atilgan@tubitak.gov.tr)

Okur İlişkileri

Zehra Şen

(zehra.sen@tubitak.gov.tr)

Vedat Demir

(vedat.demir@tubitak.gov.tr)

Figen U. Akdere

(figen.ulas@tubitak.gov.tr)

İbrahim Aygün

(ibrahim.aygun@tubitak.gov.tr)

İdari Hizmetler

Kemal Çetinkaya

(kemal.cetinkaya@tubitak.gov.tr)

Başınıza gelmiştir. Bir taş parçasıyla oynarken, yarılıverir. Bakarsınız ortasında dallı budaklı koyu bir şekil. Yosuna benziyor; ama burada ne arar. Kimimiz daha şanslıdır. Ankara'da ya da Ağrı'nın eteklerinde bulunduğu bir deniz kabuğunun, ne olduğu konusunda kuşku götürür yanı yoktur. Ama burada ne arıyor? Soru zihnimizi kurcalıyor. Gelgelelim yanıtı bulmak için uğraşmak gerek. Kim bilebilir, kim ilgilenir, arayıp bulacaksınız; paketleyip, para verip uzmanına postalayacaksınız, postacının yolunu gözleyeceksin. İyisi mi unut gitsin. Kimimiz bir temizlik sırasında atılıp gidinceye kadar bir büfenin, rafın üzerinde saklarız. Kimimiz çöpe atmaya kıyamaz, kaçınılmaz sonu biraz daha geciktirmek üzere tavan arasına kaldırır. Uygun boyuttaki kabuk, dış ya da kemiğin ulaşabileceği en büyük onursa kolye olmak. Ya da en acısı, bir zamanlar büyük bir denizin tabanı olan ülkemizin kayalarıyla aynı yaşı paylaşan, on milyonlarca yıl öncesinden Anadolu'nun, Trakya'nın bugünkü sakinlerine ulaşan o paha biçilmez kalıntılar, bir başka deyişle geçmişimizden bize gelen mektuplar, üç kuruşa bir yabancı turisteye satılıyor. Gerçi bu genelleme yadsıyan olgularla karşılaşmadık değil. Bize buldukları kalıntıları gönderip ne olduğunu soran sorumlu okurlarımız oldu.

Bilemediklerimizi paleontoloji uzmanlarına gönderdik. Aldığımız yanıtları meraklı okurlarımıza ilettik ve dergimizde de yayımladık. Ama bunlar bir iki istisna. Ulusumuzun tarihine meraklıyız; üzerinde yaşadığımız toprakların tarihineyse ilgilimiz neredeyse sıfır. Kuşkusuz ülkemizin jeolojik yapısıyla, bu yapının dinamiğiyle ilgili çok değerli çalışmalar yapan araştırmacılarımız var. Ama şurası da bir gerçek ki bu çalışmalar akademik düzeyde kalıyor; ilköğretim kitaplarında bile yansımalarını bulmaları gerekirken, bu araştırmaların sonuçları lise, hatta üniversite öğrencilerinin bilgi dağarcığına ulaşamıyor.

İşte biz de Bilim ve Teknik Dergisi olarak ülkemizin derin geçmişine, içinden herkesin kolaylıkla geçebileceği bir zaman tüneli açalım istedik. Dedik ki, otobüste yolculuk yaparken yol kenarında üst üste konmuş yufkaları andıran kayaların ne anlama geldiğini hep birlikte görelim. Üzerinde yürüdüğümüz toprağın, tırmadığımız dağın nasıl her yıl milim milim olmak üzere on, hatta yüz milyonlarca yıl boyunca nasıl yükseldiğini, sonra nasıl yine suya batıp, tekrar nasıl çıktığını hep birlikte öğrenelim. Doğaya olan ilgisini, doğanın bizlere anlatmak istediklerine kulaklarımızı açma, önce rehber öğretmenlerimizi Milli Parklarımızla tanıştırmak "doğanın dilini" kitlelere öğretme çabalarını yakından bildiğimiz hocamız Sancar Ozaner'i yakaladık ve ülkemizin geçmişine giden bu zaman yolculuğunda bizlere kılavuzluk etmesini istedik. İki ayağını bir pabuca soktuk. Daha fazla zaman istedi; vermedik. Daha ayrıntılı çalışma önerdi; biz en basitini istedik. "Veri az", dedi; "Olduğu kadar" dedik. Ama daha ayrıntılı bir çalışmayı, önümüzdeki yıl vermeye başlayacağımız animasyonlu CD'lerden biri biçiminde hazırlayacağı konusunda kendisinden söz aldık. Ülkemizin jeolojik geçmişi konusunda bildiğimiz bu ilk popüler çalışmayı, sayfalarımızda göreceğiniz gibi ülkemizin coğrafi ve siyasi sınırları çerçevesinde tuttuk. İlk bakışta garipsenebilir; ama günümüzün belli başlı kentlerini de zaman tüneline yanımıza aldık; oluşmaya başlamış yeni karaların, adaların, hatta denizlerin ortasına oturttuk. İstedik ki, bu kentlerin, yörelerin sakinleri bastıkları toprakların nasıl oluştuğunu öğrensin; çevresine daha bir ilgiyle baksın, gördükleri ilginç kaya oluşumlarından, rastlayabilecekleri kalıntılardan, fosillerden bizi haberdar etsinler. Böylece ileride ülkemizin geçmişine aynı zaman yolculuğunu dergimizle yapacak okurlarımız, duraklarda haritalarımızdaki gibi tekdüze renklerle canlandırılan çıplak kara parçaları ya da boş denizlerle değil, varlıkları fosil kanıtlarla kesinleşmiş hayvanlarıyla, bitkileriyle cıvı cıvı resimlerle karşılaşsınlar. Topraklarımızın tarihinin, uzmanlarca daha iyi yazılmasına yardımcı olalım, hatta o tarihin yazılmasını toplu bir eyleme dönüştürelim.

Saygılarımla.

Raşit Gürdilek

Yazışma Adresi : Bilim ve Teknik Dergisi Atatürk Bulvarı No: 221
Kavaklıdere 06100 Çankaya - Ankara

Yazı İşleri : Tel: (312) 427 06 25 (312) 427 23 92 Faks: (312) 427 66 77

Satış-Abone-Dağıtım : Tel: (312) 467 32 46 Faks: (312) 427 13 36

TÜBİTAK Santral : Tel: (312) 468 53 00

Adres : Atatürk Bulvarı, 221 Kavaklıdere 06100 Ankara

Reklam : Tel: (312) 427 06 25 (312) 427 23 92 Faks: (312) 427 66 77

Internet : www.biltek.tubitak.gov.tr

e-posta : bteknik@tubitak.gov.tr

ISSN 977-1300-3380

Fiyatı 3,50 YTL (KDV dahil)

Yurtdışı Fiyatı 5 EURO.

Dağıtım : Merkez Dağıtım A.Ş.

Baskı : Promat Basım Yayın A.Ş. www.promat.com.tr

Tel: (0212) 456 63 63

İçindekiler

Bilim ve Teknoloji Haberleri/ <i>Zeynep Tozar</i>	4
Zaman Tünelinde Türkiye/ <i>Sancar Ozaner</i>	14
Nerede Ne Var?/ <i>Gülgün Akbaba</i>	33
Sergimize Bekliyoruz.....	34
Fotoğrafın Sayısal Yüzeyle: Algılayıcılar/ <i>Serpil Yıldız</i>	40
Bilim ve Teknik Kulübü/ <i>Gülgün Akbaba</i>	44
Teknoloji Adımları/ <i>Gökhan Tok</i>	46
Hava Trafik Kontrolörleri/ <i>Gökhan Tok</i>	48
Tetrağemetik Kimerizm/ <i>Osman Demirhan - Bülent Demirbek</i>	54
Serin Sulardan Kızgın Kumlara/ <i>Deniz Candaş</i>	58
Ay'da Beton Dökülebilir mi?/ <i>İlker Bekir Topçu - Turhan Bilir</i>	62
Nadir Toprak Elementleri/ <i>Kutluay Yüce</i>	64
Grip/ <i>Ferda Şenel</i>	68
Sirke/ <i>Gülgün Akbaba</i>	72
Dünyanın En İyi Belleklerinin Sırrı/ <i>İnci Ayhan</i>	74
Suçluları Ele Veren Bitkiler/ <i>Cenk Durmuşkahya</i>	76
Akiş Görüntüleme Teknikleri/ <i>Hakan Kaykısızlı</i>	80
Robotlarda Hareket Sistemleri-Eyleyiciler-2/ <i>Can Çilli - Mine Cüneyitoğlu</i>	82
Kendimiz Yapalım/ <i>Yavuz Erol</i>	86
Programcılar İş Başına/ <i>Ali Galip Bayrak</i>	88
Türkiye Doğası/ <i>Bülent Gözcelioğlu</i>	89
Yaşam/ <i>Sargun Tont</i>	90
Not Defteri/ <i>Vural Altın</i>	92
Yeşil Teknik/ <i>Cenk Durmuşkahya</i>	94
İnsan ve Sağlık/ <i>Doç. Dr. Ferda Şenel</i>	95
Bulmaca/ <i>Deniz Candaş</i>	96
Yayın Dünyası/ <i>Gökhan Tok</i>	97
İçbükey Yansımalar/ <i>İnci Ayhan</i>	98
Merak Ettikleriniz/ <i>Sadi Turgut</i>	99
Tekno Tezgah/ <i>Hacer Erar</i>	100
Nasıl Çalışır/ <i>Türkan Yöney</i>	101
Bir Buluşum Var/ <i>Nilüfer Karadağ</i>	102
Monitörden Yansıyanlar/ <i>Levent Daşkiran</i>	103
Matematik Kulesi/ <i>Engin Toktaş</i>	104
Sözcük Dağarcığı / <i>Deniz Candaş, Gökhan Tok</i>	105
Satranç/ <i>Aybar Karaçay</i>	106
Zeka Oyunları/ <i>Emrehan Halıcı</i>	107
Londra'dan Mektup/ <i>Didem Crosby</i>	108
Gökyüzü/ <i>Alp Akoğlu</i>	109
Forum/ <i>Gülgün Akbaba</i>	110
İlettikleriniz.....	111
Prof. Zihni Sinir/ <i>İrfan Sayar</i>	112