

Palandöken

Dağları'nın Sıra Dışı Geçmişi

■ Doç. Dr. Mehmet KESKİN
İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fak. / Jeoloji Müh. Böl.

Açık mavi Land Rover'ın şoförü, arazi yoldaşım sevgili Nevzat Akbaba'nın ansana.

Palandöken dağlarını ilk kez görüşüm 1990 yılı Haziran ayı başlarına rastlar. Doktorama kısa bir süre önce devlet bursu ile İngiltere'nin Durham Üniversitesi'nde dünyaca tanınmış jeokimyacı Prof. Julian Pearce'in danışmanlığında başlamış o sabah henüz gün ağarırken Erzurum'a varmışım. Ve işte gizemlerini çözmek için onca süredir hayalini kurduğum dağlar karşımda duruyordu. Daha önce Prof. Dr. Yücel Yılmaz gibi Türkiye'nin gerek saha jeolojisi ve gerekse kaya bilimi (petrografi) konusunda en tanınmış araştırmacılarından birinin öğrencisi olmuş, böylece ülkemizin iyi saha jeologlarıyla Doğu Toroslar gibi çetin ve sarp arazilerde geniş alanlarda yıllarca arazi çalışmaları yapma şansını elde etmişim. Bu nedenle bu yüksek yaylalar ve dağlar benim için hiç de yabancı değildi aslında. Ancak yine de tepesi karlarla kaplı Palandöken dağı ve ufukta görülen Dumlu ve Kargapazarı dağlarının heybeti ilk bakışta beni derinden etkilemişti. Karşımda duran bu yeni coğrafya, yüksekliği ve sonsuzluğa kadar uzandığı hissine kapıldığım engin genişliği ile büyümüşü beni. Henüz tanımlayamadığım bambaşka bir sihir vardı bu dağlarda. Gizemlerini çözmeyi şiddetle istediğim bir sihir. Geçmişe ait ipuçları orada bir yerlerde kayaların içinde gizlenmiş sessizce keşfedilmeyi bekler gibiydiler.

Bir gün sonra arazi çalışmalarım için şoförü ile bir Landrover jeep bulmuştum bile. Şoför, bembeyaz saçları ve sakalı, mavi gözleri ile 60 yaşlarında olmasına karşın enerjik delikanlı tavırlarıyla şaşırtmış beni. Yayla mevsimi boyunca dağların tepelerindeki yüksek otlaklarda yaşayan çobanlara *barhana* adı verilen erzak götürerek geçimini sürdürüyordu. Adı Nevzat Akbaba'ydı ve Çerkez asıllıydı. Tanıştığımız



İlk gün, ne kadar sarp olursa olsun beni arazide yarı yolda bırakmayacağına söz vermişti. Zaman içinde zekâsı, dürüstlüğü ve çözüm yeteneği ile beni derinden etkileyen ve yaş farkına rağmen zamanla çok iyi arkadaş olduğumuz Nevzat Akbaba bu sözünü tuttu. Çalışmalarımı inanılmaz ölçüde kolaylaştırdı. Onunla Erzurum'dan Kars'a kadar 3000 kilometre-karelik bir alanı doluştuk. Zaman zaman anlattığı hikâyelerde onun aslında ne kadar görmüş, yaşamış ve birikim oluşturmuş olduğunu anladım. Yıllar önce İstanbul'da bulunduğu delikanlılık günlerinde şoförlük yaparken çok şık giyindiği ve hatta rugan ayakkabısını ipek mendiliyle temizlediğini söylemişti bana. Şimdi ise herkesin emekliliğe çekildiği bir yaşta, dağlarda en çetin koşullarda en sert insanlarla baş etmek zorundaydı. Daha önce eline hiç almadığı fotoğraf makinesiyle inanılmaz resimler çekebilecek bir yeteneğe ve bakış açısına sahipti.

Erzurum-Kars arasındaki alanda çalışırken farklı bir dünyanın içine girdiğimi fark ettim; bölge tümüyle geçmişteki volkanik püskürmelerle yeryüzüne çıkıp katılmış lavlardan oluşan düz platoları, bu platoların üzerindeki 3200 metreyi geçen volkanik zirveleri, bir gün hareket etmek ve etrafı yıkmak üzere sinsice bekleyen dev boyutlarda fay ve kırık hatları, kendine özgü harika bitki örtüsü ve candan oldukları kadar mütevazı olan insanları ile beni her geçen gün daha fazla büyüledi, çevreledi. Öylesi insanlar ki ancak dağlarda kendiniz karşılaştığınızda gerçekten ne demek istediğinizi anlayabileceğiniz bir gönül zenginliğine sahiptiler. Şehirden 50 km uzakta dağ başında aç kalacağını bile bile bir parça kuru ekmeğini ve peynirini çekinmeden ısrarla size ikram eden, iki taşın arasında odun ateşinin isiyi simsiyah bir demlikte dünyanın en lezzetli çayını demleyip size ikram eden insanlar...

Erzurum coğrafyasının sihiri yavaş yavaş içimi sardı ve beni teslim aldı; ben ise hiç itiraz etmeden onu daha iyi tanıyıp gizemlerini çözmek şartıyla onun beni kuşatmasına ve kendisine hayran bırakmasına seve seve izin verdim. Arazi çalışmaları sırasında bir taraftan bölge halkıyla aynı mütevazı ve doğayla uyumlu yaşantıyı sürdürürken diğer taraftan bilimsel meraklanımı gidermek üzere arazide ulaşabildiğim kadar geniş alanlara ulaşarak sürekli ilerledim. Bugün halen Doğu Anadolu'da öğrencilerim, meslektaşlarımla ve yabancı bilim insanlarıyla birlikte projeler yürütmemin ve bölgede ve çevre ülkelerde, Kafkas dağlarının 5640 metreyi aşan zirvelerine, oradan ardındaki Rus düzlüklerine, İran'daki dev Demavend volkanına kadar ayak basmadığım yer kalmamasının yegâne nedeni işte budur. Şunu anladım ki yaylaların buz gibi duru suyunu içen bir daha iflah olmuyor, tekrar tekrar geri dönüyormuş.

1990 yılı Haziran ayında Palandöken Dağı'nın dibinde volkanlar ve volkanik kayalar konusunda başladığım bu bilimsel macera, daha önce hayal bile edemeyeceğim, hatta söylemiş olsalar da inanmayacağım bilimsel gerçekleri gün yüzüne çıkarmamız ile sonuçlandı. Doğu Anadolu'nun dağları, kayaları ve toprakları altında saklı gizemlerini keşfedip anladıkça, müthiş bir jeolojik geçmiş hikâyesi ortaya çıktı. Araziden aldığım volkanik kayalar üzerinde yaptığım ayrıntılı incelemeler, bunların derinde devasa boyutlarda bir jeolojik olaya bağlı olarak türemiş oldukları gerçeğini ortaya çıkardı. Araştırmalarıma göre bu kadar büyük hacimlerde lavın böylesi kimyasal bileşimlerde oluşabilmesi için, bölgenin altındaki taşkürenin büyük bölümünün kopup derindeki manto içine düşmüş olması gerekiyordu (Keskin, 1994). Böylece astenosfer adı verilen 1350 dereceden daha sıcak katı ancak akıcı manto, bölgenin altında boşalan hacmi doldurup bölgeyi yukarı doğru 2 kilometre yükseltmişti. Bölgenin bugün yüksek bir plato olmasının nedeni buydu. Aynen Doğu Anadolu'da bu kadar büyük miktarda lav püskürmesinin nedeni de olması gibi. Zira ülkemizin diğer kesimlerinin tersine, sıcak manto Doğu Anadolu'da yüzeye çok yakın, taşküre ise çok incedi. Bu nedenle sıcak manto sığ derinlikte kolayca eriyip magma oluşturabiliyordu. Doktora hocam Prof. Julian Pearce'in daha önce de dikkati çekmiş olduğu bu bulgu, doktora tezimin temelini oluşturdu. Doktora hocamla 1998 yılında yaptığımız yayınlarda bu bulgulara dünyaya ilan ettik (Keskin vd., 1998). Büyük ilgi gördü.

Derken harika bir başka gelişme oldu, 2000 yılında A.B.D.'nin tanınmış üniversitelerinden Cor-





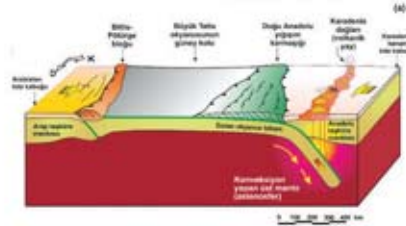
nell ve Boğaziçi Üniversitesi araştırmacıları, Doğu Anadolu'ya belirli aralıklarla bir ağ oluşturacak şekilde 30 kadar gelişmiş depremölçer (sismometre) yerleştirdiler ve yaklaşık 2 yıl boyunca olan tüm depremleri kaydettiler. Doğu Anadolu Sismik Deneyi adlı bu projelerinin amacı, çarpışan kıtalar arasında halen aktif bir şekilde deforme olan bölgenin altında nelerin olduğunu ortaya çıkarmaktır. Jeofizikçiler elde ettikleri sismik verileri çözümleyip yorumlayarak, 2002 yılında Erzurum'da benim de katıldığım bir çalışmada sundular. Sonuçlar inanılmazdı. Doğu Anadolu'nun altında taşküre mantosundaki kitle kaybı, tahmin ettiğimizden bile daha fazlaydı. Bölgenin altındaki taşküre mantosunun neredeyse tümü kaybolmuş, yer kabuğu sıcak ve akışkan astenosfer mantosu üzerinde asılı kalmıştı. Taşkürenin dörtte üçü kaybolup gitmişti. Üstelik İTÜ öğretim üyesi Prof. Dr. A.M. Celal Şengör'ün ileri sürdüğü gibi bütün bu olayların altında geliştiği yer kabuğu, yerkürenin en zayıf kaya türü olan "yığışım karmaşığı" malzemesinden oluşmakta ve sıcak astenosfer mantosu üzerinde dev bir kubbe gibi askıda durmaktaydı (Şengör vd., 2003). Palandöken gibi dağlar ise bu dev kubbe üzerinde minicik çıkıntılar gibiydiler. Önceki çalışmamızda volkanik kayalara göre oluşturduğumuz model kısa sürede kanıtlanmıştı.

Prof. Dr. Celal Şengör ile birlikte bölgenin tektoniği ve volkanizmasını açıklayan yepyeni bir model oluşturduk. Böylece 1998'deki makalemizi daha da geliştirdik. 2003 yılında ise aynı makaleler şeklinde yayınladık (Keskin, 2003, 2005 ve 2007; Şengör vd., 2003 ve 2008). Bu yeni bulgular, önceki pek çok çalışmanın sonuçları ile bir arada yorumlandığında bölgenin jeolojik gelişimi-

nin şu şekilde gerçekleşmiş olduğu ortaya çıktı:

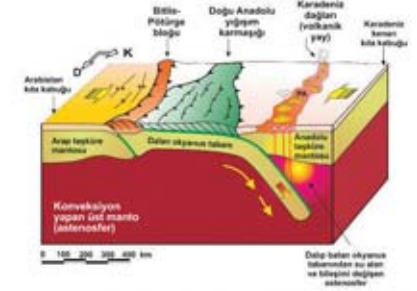
Bölge 15 milyon yıldan daha önceki dönemlerde tamamen deniz seviyesi altında bulunmaktaydı. Bunu, Doğu Anadolu'da birçok yerde görülen bol mercan fosilleri içeren 15-20 milyon yaşında kireçtaşlarından biliyoruz. Arabistan ise Afrika ile birlikte çok daha güneyde yer alıyordu. Akdeniz, Arabistan ile Türkiye arasında çok daha geniş bir alan kaplamakta, Atlas ve Hint okyanuslarını birbirine bağlamaktaydı. Adı ise Neotetis idi. Yani bölge bugünkü haline hiç mi hiç benzemiyordu. Türkiye'nin birçok bölümü henüz kara bile değildi (Şekil 1a: Keskin, 2007'den alınmıştır).

(a) 15 Milyon yıldan daha önce: Tetis Okyanusu açık, Arabistan Anadolu'dan çok uzaktı



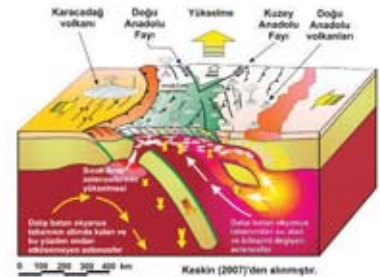
Neotetis okyanusunun tabanı kuzeye doğru Doğu Anadolu'nun altındaki manto içine doğru yılda birkaç santimetre hızla yavaş ancak kararlılıkla dalıp batıyordu. Dalan okyanus tabanı üzerinde ise bu hareket nedeniyle dev bir deşirmende çekilmiş gibi kırılıp parçalanarak kazınıp biriken kaya gruplarının oluşturduğu "yığışım karmaşığı" adı verilen devasa bir yığın büyüyordu (Şekil 1a). Dalma batma ile Neotetis'e ait izleri içeren bütün kayalar bir taraftan yığışım karmaşığına eklenir bir taraftan da astenosfer mantosunun derinliklerini boykarken, Asya ve Afrika'nın çıkıntı yapan uçları yaklaşık 15 milyon yıl önce Doğu Anadolu'da karşı karşıya gelerek çarpışmaya başladı (Şek. 1b).

(b) 13-15 Milyon yıl önce: Tetis tamamen kapanır Arabistan ile Anadolu arasında çarpışma başlar



Büyük bir kuvvetle sıkışan bölgenin altındaki yoğun okyanus tabanı, çarpışma nedeniyle desteksiz kalarak önce dikleşti, ardından da 10-11 milyon yıl önce koptu (Şekil 1c). Böylece açılan boşluğu sıcak astenosfer mantosu doldurdu. İşte bu nedenle Doğu Anadolu'nun büyük bölümünün tabanında yığışım karmaşığına ait kayalar bulunur ve sıcak manto yer kabuğunun hemen altında 40 kilometreye kadar yaklaşmıştır. Sıcak olduğu için yoğunluğu düşük olan manto, altına yerleştiği yer kabuğunu kubbe şeklinde yukarı kaldırdı (Şek. 1c). Bölge hızla kubbe şeklinde yükseldi.

(c) 10-11 Milyon yıl önce: Yığışım karmaşığının altındaki okyanus tabanı desteksiz kalır aşağı bükülür ve kopar. Bölgenin altı sıcak astenosferle dolar. Volkanizma başlar



Ayrıca sığ derinliklere ulaşması nedeniyle basıncı düşen manto eriyerek magma oluşturdu. Magmalar yüzeye ulaşarak kısmen önceden oluşmuş "yığışım karmaşığı" üzerinde, kısmen de Karadeniz sıradaglarının eteklerinde oturan büyük volkanlar ve platolar oluşturdu. Palandöken, Dumlu, Kargapazarı gibi dağlar ve bölgede daha doğuda ve güneydeki Ağrı, Tendürek, Süphan, Nemrut gibi büyük volkanlar ve Erzurum-Kars arasındaki engin lav platoları bu olay sonrasında oluştu.

Doğu Anadolu'nun altında okyanus tabanının kopması yüzeyde, yer kabuğundaki dengeleri de tamamen değiştirdi, Anadolu batıda Ege'ye doğru hareket etmeye başladı. Bu sırada büyük kırıklar, faylar oluştu. Büyük Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fayları ve diğer birçok fay ortaya çıktı. Oluşan volkanik platolar ve volkanlar faylarla dilim dilim kırılıp doğrandı, bloklara ayrılarak yükselip alçaldı. Örneğin Palandöken, Kargapazarı ve Dumlu dağlarını dilimleyip şekillendiren faylar bu şekilde oluştu.



Neotetis okyanusunun kıtaların girintisine rastlayan taşküre parçası ise Akdeniz'in tabanında sıkışıp kaldı. Dolayısıyla bugünkü Akdeniz, aslında Neotetis okyanus tabanının kalıntısıdır. Akdeniz'in tabanı günümüzde halen Ege denizi ve Batı Anadolu'nun altına doğru dalmaktadır ve volkan dizileri içeren Yunan adalarını oluşturmaktadır. Doğuda ise Arap yarımadası, Toros dağ cephesi boyunca yavaş ancak kararlı bir şekilde Anadolu'yu sıkıştırarak içine doğru yılda 2.5 santim ilerlemektedir.

Doğu Anadolu'nun Asya ve Afrika levhaları arasında son 15 milyon yıldır sıkışıyor olması, bölgedeki taşküreyi bu süre zarfında sıkıştırarak kırıp parçalamış, yükseltmiş ve şiddetle deforme etmiştir. Bu deformatyonların geçmişten günümüze kadarki zaman aralığında binlerce büyük depremle oluştuğunu söyleyebiliriz. İnsan türü, bu gezegen üzerinde sadece yaklaşık 2 milyon yıldır hüküm sürdüğü ve kendimizin ve çevremizin farkına doğru dürüst son birkaç bin yıldır varmış olduğumuz için, biz bunların pek azını şahit olabildik. Kıtalar çarpışmaya devam ettikleri için bu hareketler günümüzde de hemen hemen aynı şiddetle devam etmektedir ve gelecekte de devam edecektir. Biz bu hareketleri, zaman zaman Anadolu'nun bir bölgesini yıkan şiddetli depremler olarak hissetmekteyiz.

Yukarıdaki satırlardan görüleceği gibi, Palandöken dağlarını oluşturan kaya kitleleri 15-20 milyon yıl önce Neotetis Okyanusu'nu kuzeye doğru dalması sırasında kilometrelerce su altında bir okyanus tabanında doğdular. O zamanlar Palandö-

ken daha ortada yoktu, her şey okyanusun tabanında suyla kaplıydı. Palandöken dağının zirvesini aşarak güneye doğru giden karayolu üzerinde görülen koyu yeşil renkli sabun gibi kaygan kayalar (serpantin ya da yılan taşı), işte bu okyanusun tabanından kazanarak yığılma karmaşığı içine eklenen ve sürekli parçalanıp öğütülen kayalardı.

Kıtaların birbirine çarpması sonucunda alta dalıp batan okyanus tabanının dikleşip kopmasıyla bölgenin altına sıcak manto ile dolması, bölgeyi hızla su yüzüne çıkardı. Mantonun yüzeye yaklaşım basıncının düşmesi ergimelere neden oldu magmalar oluştu (Keskin, 2003 ve 2007). Bunlar yüzeye püskürerek Palandöken ve çevre dağlarda, bütün doğu Anadolu'da görülen ve bölgenin üçte ikisini kaplayan lav istiflerini oluşturdular. Okyanus tabanının kopmasının yol açtığı dengesizlik, Anadolu'nun Ege'ye doğru hareketine neden oldu. Bu sırada Doğu ve Kuzey Anadolu fayları oluştu. Palandöken, Doğu Anadolu fayının devamı şeklinde kuzeydoğuda Tiflis'e kadar uzanan bir fayla kesilerek yükseldi. Derelerin aşındırması derin vadileri ve sırtlar oluştururken, Palandöken'in dik ve mağrur gövdesi tüm heybetiyle ortaya çıktı ve bugünkü şeklini kazandı.

Gördüğünüz gibi, bölgede bunca yıl süren çaba ve çalışmalardan sonra yer bilimciler olarak Palandöken'e ve diğer dağlara bakınca bambaşka bir hikâye görebiliyoruz artık. Siz de bu satırlara ulaştıysanız, artık sizlerin de bu yüce dağlara bakışınız derinden değişmiş olmalı. Gezegenimizin bu bölümünün gizemli jeolojik geçmişini keşfetmek üzere sizleri davet etmiş olduğum bu yolcu-

lukta, üzerinde yaşadığımız toprakların altı hakkında inanılmaz gerçekleri sizlere aktarabilmiş olmalıyım ve yazım da amacına ulaşmış olmalı o halde.

Palandöken, inanılmaz jeolojik geçmişinin onuruna dikilmiş dev bir anıt gibi halen Erzurum şehrinin arkasında beklerken, altındaki yer kabuğu milyonlarca yıldır yapıldığı gibi aynı kararlı ancak yavaş devinimi ile hareketini sürdürüyor. Bunu bilmek ürkütücü olduğu kadar güven verici, zira ancak gezegenimizi ve üzerinde yaşadığımız yer kabuğunu iyi tanırsak, huylarını bilirsek onun yol açacağı felaketlerden sakınabiliriz.

Kaynaklar

- Keskin, M. (1994). Erzurum-Kars Platosu'nun çapama kökenli volkanizmasının kökeni (Genesis of Collision-Related Volcanism on the Erzurum-Kars Plateau, NE Turkey), Doktora tezi, Duham Üniversitesi, İngiltere, 358 s.
- Keskin, M. (2003). Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction-occlusion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. *Geophysical Research Letters* 30 (24), 8046, doi:10.1029/2003GL018019.
- Keskin, M. (2005). Domal uplift and volcanism in a collision zone without a mantle plume: Evidence from Eastern Anatolia, Web Sayfası: <http://www.mantleplumes.org/Anatolia.html>
- Keskin, M. (2007). Eastern Anatolia: A hotspot in a collision zone without a mantle plume. In: Foulger, G.R., and Judy, D.M., (Eds.), Plates, plumes, and planetary processes. *Geological Society of America Special Paper* 430, p. 693-722, doi: 10.1130/2007.2430(32).
- Keskin, M., Pearce, J.A. & Mitchell, J.G. (1998). Volcano-stratigraphy and geochemistry of collision-related volcanism on the Erzurum-Kars Plateau, North Eastern Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85(1-4), 355-404.
- Şengül, A.M.C., Özeren, S., Zor, E. and Genç, T. (2003). East Anatolian high plateau as a mantle-supported, N-S shortened domal structure, *Geophys. Res. Lett.*, 30(24), 8045, doi:10.1029/2003GL017858.
- Şengül, A.M.C., Özeren, M.S., Keskin, M., Sakıncı, M., Özbakır, A.D. and Kayan, I. (2008). Eastern Turkish high plateau as a small Turkic-type orogen: implications for post-collisional crust-forming processes in Turkic-type orogens, *Earth Science Reviews*, 90(1-2), 1-48. doi: 10.1016/j.earscirev.2008.05.002.

