

# Wegener'in Yapbozu

Güney Amerika ve Afrika kıtalarının Atlas Okyanusu'nu çevreleyen kıyıları arasındaki benzerlik 1600'lü yılların başında Francis Bacon'dan itibaren birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Alfred Wegener'in 1912 yılında önerdiği "kıtaların kayması" kuramı ile, yerküre üzerinde diğer kıtaların ve adaların kıyılarının da dev bir yapbozun parçaları gibi birbirine oturabileceğini göstermesiyle, bilimsel bir devrimin kapısı aralanmıştı.

**İ**stanbul'dan Zonguldak'a kadar uzanan batı Karadeniz bölgesi, günümüzden 100 milyon yıl önce iki büyük fay arasındaki hareket sonucunda, bütünleşik olduğu Bulgaristan ile Romanya'dan kopmuş, 50 milyon yıl önce de bugünkü yerine (Türkiye'nin kuzeybatısına) eklenmişti. Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu fayları arasındaki Anadolu levhası ise yaklaşık 50 milyon yıl sonra, bugün Ege Denizi'nin bulunduğu alanda ilerleyerek Yunanistan ile birleşecek.

Peki bu kadar uzun zaman dilimlerine ait böylesi iddialı bilgilere nasıl ulaşıyoruz? Yanıt günümüzde çağdaş yerbilimlerin en önemli kuramlarından olan levha tektoniğinin temelini oluşturan "kıtaların kayması" kuramında saklı. Çünkü bu kuram yerbilimcilere, geçmişte kalmış, görmediğimiz bir Dünya'nın coğrafyasını şekillendirme konusunda yardımcı olduğu gibi yerküre üzerinde gelecekte gelişecek coğrafya hakkında fikir yürütme olanağı da veriyor.

"Bu kitap jeodeziciler, jeofizikçiler, jeologlar, paleontologlar, zoocoğrafyacılar, fitocoğrafyacılar ve paleoklimatologlara eşit şekilde hitap etmektedir. Amacı sadece bu alanlarda çalışan araştırmacılara kıtasal kayma kuramının kendi alanlarındaki önemini ve işlevini anlatmak değil, aynı zamanda kuramın kendilerinininkinden başka disiplinlerde nasıl bir uygulama zemini bulunduğu konusunda bilgi vermektir."

A. Wegener



Alman meteorolog Alfred Wegener 1915 yılında yayımladığı “Kıtaların ve Okyanusların Kökeni” adlı eserinin girişinde, üzerinde yaşadığımız yer kürenin canlılığı söz konusu olduğunda çok sözü edilecek olan kıtaların kayması kuramının, aslında ne kadar geniş bir alanda araştırma ve uygulama konusu olacağını işte böyle vurgulamıştı. Bugün elimizde, Wegener tarafından ortaya atıldığı dönemde çok olumsuz tepkilerle karşılanan bu kuramı destekleyen birçok kanıt var. Kuramın çok sayıda bilim dalını ilgilendiriyor olması başlangıçta karşıtlarının sayısının gün geçtikçe artmasına sebep olacak ve kıtaların kayması kuramının ortaya atıldığı 1912’den 1960’lara kadar, levha tektoniği kuramının gelişmesini engelleyecekti. Bu süreçten sonra ise art arda ortaya konan bulgularla çok hızlı ve sağlam adımlar atan levha tektoniği kuramı, bilim tarihinin en önemli kuramları arasında yerini alacaktı.

Şimdi levha tektoniği kuramının bu macera dolu yolculuğunda başına gelenlere, ortaya atılmasından ortadan kaldırılmak istenmesine, oradan da ortalıkta kendisinden başka tutarlı bir görüş bırakmamasına kadar, şöyle bir göz atalım.

### Kuramların Çarpışması

Wegener’in kuramının yayımlandığı 1912 yılında aslında yer kürenin geçmiş çağlarına ait tartışmalı birçok öneri ortaya atılmıştı. Ama o dönemde bir yandan da yerbilimlerinin tüm alt dallarının zaten sağlam bilimsel temellere oturmuş olduğu düşünülüyordu. Dolayısıyla o dönemde kabul gören bir görüşün aksini savunan herhangi bir düşünce kolay kolay kabul edilmiyordu.

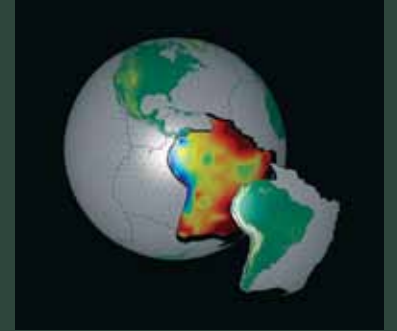
Kıtaların kayması kuramından önce gelen ve kabul edilmiş görüşleri ortaya koyan kuramlar, aslında o kuramları ortaya koyan yerbilimcilerin sadece kendi çalıştıkları bölgelerdeki gözlem-

lerini ve araştırmalarını yansıtmaktaydı. O nedenle de ancak yerel ölçekte doğru olabiliyor ve bazı yer şekillerinin oluşumunu açıklayamıyorlardı. Örneğin *büzülme-buruşma kuramı* ergimiş malzemedeki meydana gelen dünyamızın sürekli soğumakta ve büzülmesinde olduğu söyler. Bu kurama göre yer kürenin dış kısmı iç kısmına göre daha çabuk soğur ve iç kısma uymak için kırılır ve büzülür. Ancak bu kuram doğru olsaydı yer kürenin her tarafında, birbirine benzer kıvrımlı sıradağlar oluşmuş olmalıdır. Oysa kıvrımlı sıradağlar yeryüzünün belirli bölgelerinde, dar şeritler halinde oluşmuş ve gelişmiştir. *Genişleme-büyüme kuramında* ise, büzülme-buruşma kuramının aksine, yer kürenin hacminin sürekli büyüdüğü varsayımı ortaya atılmıştı. Kanıt olarak da kıtalar ve okyanuslardaki açılma şekilleri örnek verilmişti. Ancak sıkışma sonucu oluşan kıvrımların yol açacağı kıtalardaki yanal daralmaları açıklamak bu kuramla tabii ki müm-



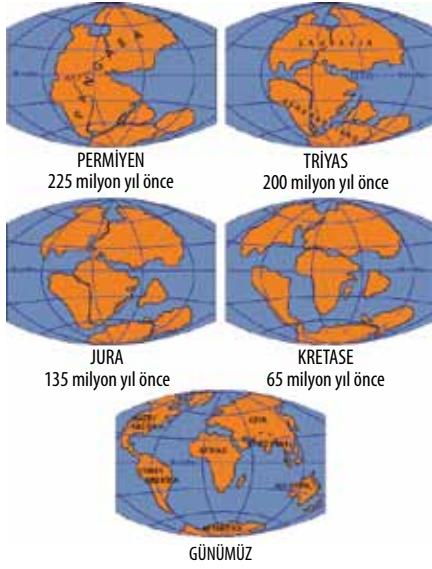
Alfred L. Wegener 1 Kasım 1880’de Berlin’de doğmuştur. Bugün Humboldt Üniversitesi olarak bilinen Friedrich Wilhems Üniversitesi’nde gökbilim ve meteoroloji eğitimi almış, 1905 yılında Malburg Üniversitesi’nde gökbilim ve meteoroloji dersleri vermeye başlamıştır. Farklı bilim dallarına duyduğu ilgi, farklı alanlarda ça-

lışmalar yapmasına sebep olmuştur. Gökbilim ve meteoroloji eğitimi almış olmasına rağmen daha çok yerbilim alanını ilgilendiren “kıtaların kayması kuramı”nı oluşturması da ilgi alanlarının geniş olmasının bir sonucudur. Grönland’ın kuzeyini keşfetmeyi hayal etmiş ve bunun için hem cesaret hem de fiziksel güç gerektiren pek çok maceraya atılmıştır. Wegener’in kayma kuramını kafasında canlandırmasında, birbirinden koparak ayrılan ve okyanus üzerinde yüzen buzulları sürekli gözlemleyebildiği bir ortamda çalışması etkili olmuştur. 1930-1931 yılında Grönland’a yapılan dördüncü gezide, adanın ortalarında yer alan buzul tepesinden batı kampına dönerken kalp krizi geçirecek hayatını kaybetmiştir. Kısa sayılabilecek 50 yıllık yaşamı boyunca yaptığı önemli çalışmalar nedeniyle 1980 yılında Almanya’da Alfred Wegener Kutup ve Deniz Araştırmaları Enstitüsü kurulmuş, Mars’taki ve Ay’daki birer kratere, iyi bilinen asteroit 29227’ye ve Grönland’da öldüğü yarımada ismi verilmiştir.



### Levha Tektoniği nedir?

Genel anlamda “tektonik”, taşküre yapısını, bu yapıyı oluşturan evrimi ve Dünya üzerinde karşılaştığımız yapıları doğuran kuvvetleri araştıran jeoloji dalıdır. Ama “levha tektoniği” (dar anlamda ne jeolojik, ne de jeofiziksel bir kuram olmasına karşın) tamamen kinematik bir kuramdır. Geniş anlamda, hem bu kinematik kuramı hem de ondan türetilmiş olan jeolojik ve jeofiziksel fikirlerin tamamını içermektedir. Levha tektoniği, Dünya’nın kırılmalı özellikteki dış tabakasının (yani taşkürenin) yaklaşımcı, uzaklaşımcı ve yanal hareketlerin meydana geldiği, dar ve sınırlar boyunca sürekli hareket eden levhalara ayrılmış olduğunu öne süren kurama verilen isimdir.



Yaklaşık 250 milyon yıl önce, bugünkü kıtalar *Pangea* (*Ulukıta*) adı verilen tek bir kara parçası halindeydi ve bu karaparcasının etrafı *Pantallasa* olarak adlandırılan bir okyanusla çevriliydi. Daha sonra *Pangea*'nın kuzey kısmının (*Laurasia*) ve güney kısmının (*Gondwana*) arasında da, yaklaşık doğu-batı uzanımlı, dar bir okyanus (*Tetis*) gelişmişti. *Laurasia* kıtası Kuzey Amerika ve Avrupa-Asya (Avrasya) kıtalarını, *Gondwana* ise Güney Amerika, Afrika, Hindistan, Antarktika ve Avustralya kıtalarını içeren birer kara parçasıydı.

kün olmamıştı. Yine o günlerde kabul gören bir diğer kuram da *kabarma-çukurlaşma* (*osilasyon*) kuramıydı. Bu kuram, derinlerdeki magmanın, yoğunluk ve faz farklılığı nedeniyle ayrımlaşmış büyük ölçüde yer değiştirdiğini ve bu nedenle bozulan izostatik dengenin yeniden sağlanabilmesi için katı yer kabuğunda yer yer alçalıp yükselmeler (yani osilasyon) meydana geldiği fikrini ileri sürüyordu. Ancak bu kuram da kilometrelerce uzağa taşınabilen kayaç birliklerini açıklayamamaktadır. Bahsettiğimiz bütün bu kuramların görüşleri birbirinden farklı olsa da çok temel bir ortak noktaları vardı. Bu kuramlara göre, yer kabuğu parçaları tüm jeoloji tarihinde oldukları yerde kalmışlardı ve kıta kabuğu üzerinde meydana gelen hareketler daha çok düşey yöndeydi. İşte bu yüzden, kıtaların jeolojik süreçler boyunca sürekli hareket halinde olduklarını ve daha çok yanall yönde gerçekleşen bu hareket sayesinde uzun mesafeler kat ettiklerini öne süren kayma kuramı uzunca bir süre kendine taraftar bulamamıştır. O günlerde ciddi tartışmalara sebep olmasına rağmen günümüzde yer bilimlerinin temelini oluşturan kıtaların kayması kuramının özü şudur: Bu-

gün var olan kıtalar, milyonlarca yıl önce, Wegener'in *Pangea* adını verdiği tek ve büyük bir kara kütle halindeydi. Yaklaşık 200 milyon yıl önce kıtalar bu bütünden ayrılarak yerkürenin yüzeyinde, tıpkı denizdeki buzdağları gibi yüzmeye başlamışlardı. Yani kıtalar, jeolojik devirler boyunca defalarca yer değiştirmiş ve günümüzdeki konumlarına gelmişlerdi.

## Wegener'in yapbozu

Levha tektoniği kuramı, özellikle jeolojinin bütün alanlarında önemli ve çığır açıcı nitelikte sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır. Öncelikle, hareketsiz kabul edilen yerkürenin sürekli hareket halinde olduğunu göstermiştir. Kuramın kabul görmesi için ortaya konan kanıtlar da, o dönemde cevabı merak edilen pek çok soruya yanıt niteliğindedir:

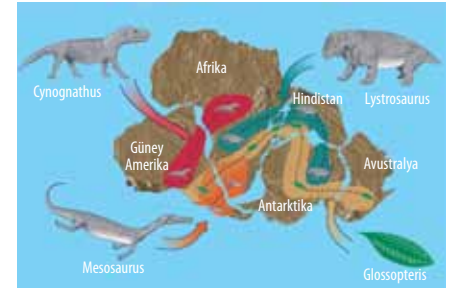
- Wegener savını 1912'de açıklamış, 1915 yılında yayımladığı "Kıtaların ve Okyanusların Kökeni" (*The Origin of Continents and Oceans*) isimli eserinde de, kıtaların *Pangea* adını verdiği süperkıttadan ayrılarak hareketlerine başladığını öne sürmüştü. Kıtaların bugünkü konumu ve durumu buna bağlıydı. Wegener kuramını ortaya atmadan önce, kendinden önceki pek çok kişi gibi (Francis Bacon, Abraham Ortelius, vd.), özellikle de Güney Amerika ve Afrika olmak üzere, Atlas Okyanusu'nun iki yakasındaki kıtaların kıyılarının birbirine çok benzediğini görmüş ve kuramına bunu temel almıştı.

- Kıtaların bir zamanlar bir arada bulunduğu düşünülürse, bu dönemde oluşmuş kaya gruplarının ve sıradağların birbirleriyle çakışması gerekir. Benzer çökel (sedimanter, tortul) kaya istifleri günümüzde farklı konumlardaki kıtalarda görülmektedir. Bu litolojik benzerlikler, kıtaların Permian-Triyas döneminde birlikte olduğunu göstermektedir.

- 19. yüzyıl sonlarında Avusturyalı jeolog Eduard Suess (1831-1914) Hindistan, Avustralya, Güney Afrika ve Güney Amerika'daki Geç Paleozoyik (yaklaşık 250-400 milyon yıl) dönemine ait bitki fosilleri arasındaki benzerliğin ve bu güney kı-

talarındaki kayaç istiflerinde bulunan buzullaşma kanıtlarının farkına varmıştır. Günümüzden yaklaşık 400 milyon yıl önce (Geç Paleozoyik) güney yarım kürede geniş kıta alanları buzullarla kaplanmıştır. Buzulların depolandığı çökeller ve bunların altındaki ana kayaçta gözlenen çentikler, bu buzullaşmanın başlıca kanıtlarıdır. Bu kanıtlar günümüzde ekvatora yakın tropik-astropik iklim koşullarına sahip Afrika, Hindistan ve Güney Amerika'yla beraber Antarktika ve Avustralya'da da görülmektedir. Bu da, milyonlarca yıl önce bu kara kütlelerinin bir arada bulunduğunu açık bir şekilde gösterir.

- Suess'in fark ettiği bir diğer kanıt da şudur: *Glossopteris* bitki topluluğuna ait fosiller ve *Cynognathus* ve *Lystrosaurus* gibi Triyas döneminde yaşamış kara canlılarının fosilleri, bugün birbirinden okyanuslarla ayrılan Güney Amerika, Afrika, Hindistan, Avustralya ve Antarktika kıtalarında bulunmaktadır.



Şekilde günümüzde birbirinden kilometrelerce uzakta olan kıtalar üzerinde bulunan, aynı canlı türlerine ait fosillerin dağılımı görülmüyor.



Bu şekilde ise kıtaların kıyıların benzerliği görülmüyor. İngiliz jeofizikçi Sir Edward Bullard ve iki asistanı 1965 yılında, ilk bakışta birbirine tam oturmuyormuş gibi görünen kıyıların yaklaşık 2000 metre derinde birbirine en iyi uyumu gösterdiğini bulmuştur (şekilde açık mavi ile gösterilen alanlar).

## Levha tektoniği kuramının hızlı yükselişi

Kıta üstlerinden elde edilen bu kanıtların yanı sıra levha tektoniği için önemli olan diğer kanıtlar, büyük ölçüde okyanuslardan elde edilen verilerle ortaya konmuştur. Bu da levha tektoniği kuramını kendinden önceki tektonik kuramlardan ayıran önemli bir özelliktir, çünkü önceden öne sürülen diğer tüm kuramlar kıta üstlerinden elde edilen sonuçları okyanus tabanları için de geçerli kabul ediyordu. Oysa II. Dünya Savaşı sırasında, özellikle denizaltı savaşları için geliştirilen hassas teknolojilerin daha sonra okyanus tabanlarının detaylı haritalanması için kullanılmaya başlanmasıyla, batimetri (bir su kütleğinde yapılan derinlik ölçümü), manyetik ve gravite (yeraltındaki yoğunluk farklarından kaynaklanan yerçekimi ivmesindeki küçük değişimleri ölçmek için kullanılan jeofiziksel yöntem) verileri bu ortamlarla ilgili birçok görüşü tamamen değiştirdi. Öncelikle deniz tabanı yayılması fikrini akla getirecek şekilde, okyanusların ortalarında yaraya benzeyen yükseltiler, yani *okyanus ortası sırtlar* vardı. Ayrıca bu sırtların her iki yanında, birbiriyle aynı yaşta ve aynı manyetik özellikte kayaçlara rastlanmıştı. Okyanus tabanlarından elde edilen ısı akımı ölçümleri de, bu sırtların çevresindeki simetrik manyetik verilere benzer bir görüntü sunmaktaydı. Araştırmaların temel amacı askeri idi, ancak aynı araştırmalarda petrol aramaları yapılması da hedefleniyordu. Okyanus tabanı tortullarında sondaj yapılarak pek çok örnek elde edilip incelendi. Aynı amaçla okyanus yüzünde patlamalar yapıldı ve bunlara ait ses dalgalarının tabandan yansımaları incelenerek okyanusların altında uzanan kaya tabakalarına ilişkin bilgiler elde edildi.



Klasik olarak düz bir zemin üzerinde oynanan yapbozların, günümüzde küre şeklinde olanları da var. Bunlar, levha olarak tanımlanan ama aslında küre (daha doğrusu geoid) şeklinde olan yerkürenin yüzeyindeki parçaları daha güzel örnekliyor.

"Bilinen olayların açıklanması ve birbirleriyle olan kökensel ilişkilerinin aydınlatılmasının yanı sıra, levha tektoniğinin belki de en büyük başarısı jeolojiye getirdiği "önceden kestirme" kabiliyetidir. Levha tektoniğinin ortaya çıkmasından önce yerbilimleri geniş ölçüde tasviri bir karaktere sahipti ve ortaya atılmış olan tektonik hipotezlerin hiçbiri, hiçbir bölge hakkında detaylı ve sağlıklı bir önceden tahmine imkân vermiyordu. Levha tektoniği ile birlikte, herhangi bir bölge hakkında elde veri olmasa dahi, o bölgenin bugünkü etkin tektoniğinin ne olması gerektiğini bilebiliyoruz."

(Şengör, 1983a).

Levha tektoniği 1960'lardan bu yana elde edilen bulgularla hızla kabul görmüş ve yerbilimlerinin hemen hemen tüm dallarında hatta gökbilimde ve biyolojide de uygulama alanı bulmuştur. O döneme kadar gelişimi biraz sancılı olan kuram karşısında bugün hemen hemen hiç direnç kalmamıştır. 1960'lardan sonra deprem kayıt cihazlarındaki (sismograflar) gelişmeler ve deprem istasyonu sayısındaki hızlı artış sayesinde deprem merkez üslerinin konumlarının duyarlı saptanması olanaklı olmuştur. Bu gelişmelere bağlı olarak elde edilen deprem dağılım haritalarının gösterdiği üzere, deprem kuşakları levha sınırları ile mükemmel bir uyum sağlamış ve levha tektoniği savunucularının elindeki en önemli kanıtları oluşturmuştur.



### Kaynaklar

Burke, K., "Plate Tectonics, the Wilson Cycle, and Mantle Plumes: Geodynamics from the Top", *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, Cilt 39, s. 1-29, 2011.  
Hellman, H., *Büyük Çekişmeler-Gelmiş Geçmiş En Canlı On Tartışma*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2000.  
Ketin, İ., "Levha tektoniği kavramından önceki başlıca tektonik hipotezler", *Levha Tektoniği ders notları* (Ed. N. Canitez) TÜBİTAK-İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji-Jeofizik Lisansüstü Yazokulu, s. 9-31, 1983.  
Monroe, J. S., Wicander, R., *Fiziksel Jeoloji-Yeryuvarı'nın Araştırılması*. Türkiye Jeoloji Mühendisleri Odası, 2007.  
Okay, A. I., Şengör, A. M. C. ve Görür, N.

"Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions", *Geology*, Cilt 22, s. 267-270, 1994.  
Oldroyd, D., *İnsan Düşüncesinde Yerküre-Yerbilim bir tarihsel bakış*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2003.  
Oliver, J., Sykes, L. R. ve Isaacs, B., "Seismology and the new global tectonics", *Tectonophysics*, Cilt 7, Sayı 5-6, s. 527-541, 1969.  
Şengör, A. M. C., "Levha tektoniği-Tanım", *Levha Tektoniği ders notları* (Ed. N. Canitez) TÜBİTAK-İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji-Jeofizik Lisansüstü Yazokulu, s. 1-7, 1983a.  
Şengör, A. M. C. "Levha tektoniğinin dün, bugün, yarın", *Levha Tektoniği ders notları* (Ed. N. Canitez) TÜBİTAK-İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji-Jeofizik Lisansüstü Yazokulu, s. 33-50, 1983b.



Esra Önde, Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 2010 yılında mezun oldu. Aynı yıl başladığı yüksek lisans araştırmasını "doğrultu atımlı faylar ve ilişkili havza sistemleri" üzerine sürdüren yazar çalışmalarına Ankara Üniversitesi Tektonik Araştırma Grubu'nda devam ediyor.



Alper Gürbüz, lisans derecesini 2005 yılında Kocaeli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden aldı. Aynı yıl başladığı doktora eğitimini Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde sürdüren yazarın başlıca araştırma alanları olan tektonik ve Kuvaterner jeolojisi konularında yayımlanmış çok sayıda uluslararası makalesi var. 2006 yılından beri aynı üniversitede Bilim İnsanı Yetiştirme Projesi (BİYEP) kapsamında, araştırma görevlisi olarak çalışıyor.