

Kırmızı Tortullar

Kırmızı renkli kırıntılı tortul kayalar genel olarak karasal ve geçiş ortamlarında, nadiren ise denizel ortamlarda depolanırlar. Silisiklastik malzeme bakımından zengin olup, daha çok kurak ve yarı kurak iklimleri temsil ederler. Bununla beraber nadiren yağışlı iklimlerde depolanan kırmızı tortullar da vardır. Bu tip tortullar kömür oluşumuna işaret etmektedir. Jeolojik kayıtlara göre, kırmızı kırıntıların büyük bir çoğunluğu genellikle benzer özelliklere sahiptir. Bu özellikleri nedeniyle, bunların benzer süreçlerle oluştuğu görüşü ortaya atılmıştır⁽¹⁾.

Elif Mutlu

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü

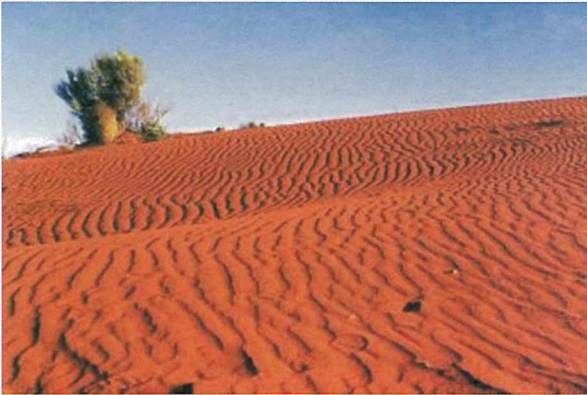
egunen@eng.ankara.edu.tr

Kırmızı renkli birimlerin genel özellikleri şunlardır:

- Bu istifler genellikle tipik olarak orojenik hareketlerle ilişkili çökellerdir ve feldispat içerikleri oldukça yüksektir.
- Kırmızı tabakalı istifler yüzlerce metreden binlerce metreye değişen kalınlıklar ile binlerce km²'lik bir yayılım alanına sahiptirler.
- Bu istifler karakteristik olarak havzaya doğru yanal olarak akarsu (fluvial) kumtaşlarına ve en son olarak da deniz sahili ya da mevsimsel göl (playa) ortamlarını belirten ince taneli çökelere geçen kenar konglomeralarından oluşmuştur.
- Çoğu klastik tabaklı istifler, ya kalın ve geniş alanlara yayılmış evaporitik çökelere içerirler, ya da onlarla ilişkilidirler.

Tortullara kırmızı rengini veren pigment, hematit mineralidir. Kırmızı tabakalardaki hematit pigmentinin oluşumu için çeşitli kaynaklar vardır:

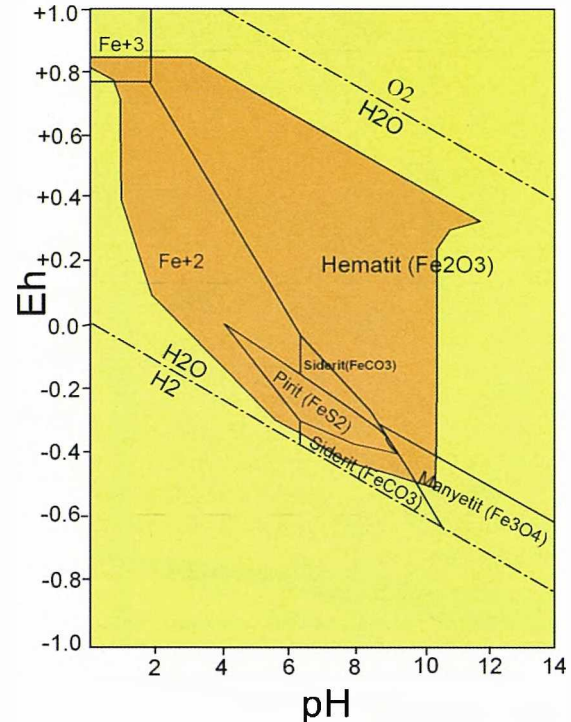
- İleri derecede ayrılmış kırmızı tropikal topraklardan direkt olarak taşınan kırıntılı (detritik) hematit^{(2),(3)}.
- İleri derecede ayrılmış topraklardan taşınan sarı ve kahverengi detritik demir oksitlerin yerinde diyajenetik (ana kayadan parçalanma, taşınma, depolanma ve taşlaşma) süreçlerle hematite dönüştürülmesi⁽⁴⁾.
- Demir içeren detritik silikat minerallerin yerinde ayrışması sonucunda diyajenetik süreçlerle oluşan otijenik hematit^{(5),(6),(8)}.
- Yaşlı kırmızı tabakalardan yeniden işleme ile taşınan detritik hematit⁽⁹⁾.



Kırmızı Tortulların Oluşumu

Diyajenetik olaylar söz konusu olduğunda, göz önünde bulundurulması gereken kavram, mineral duraylılık kanunudur: "Mineraller sadece içinde

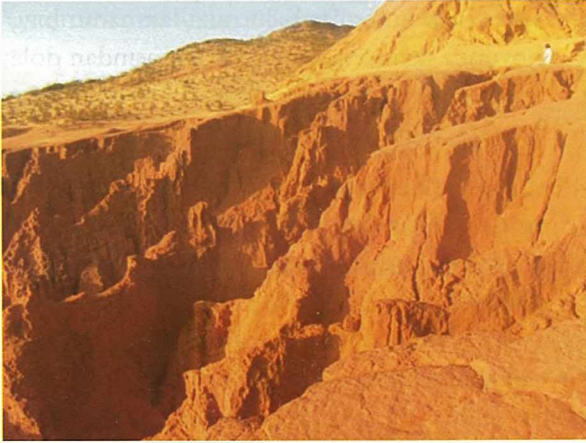
oluştukları ortamlarda duraylıdır." Başka bir deyişle, bir mineralin bulunduğu ortamda bir değişiklik olursa, bu mineralin bu ortamda dengede olması olası değildir. Bundan dolayı mineral, yeni ortamda duraylı olacak şekilde değişmeye eğilim gösterir. Kırmızı tabakalardaki hematitin kaynağı olan ferromagnezyumlu silikatlar, feldispat vb. silikat mineralleri, sıcaklık ve basıncın yüksek olduğu, O₂, CO₂ ve H₂O gibi bileşenlerin bulunmadığı bir ortamda oluşurlar. Bu mineraller, sıcaklık ve basıncın düşük, O₂, CO₂ ve H₂O'nun genelde bol olduğu su tablasının gerek altında ve gerekse üstündeki ortamlarda dengede değildir. Dolayısıyla ayrışmaya eğilimlidirler. Çökeltilerdeki duraysız silikat minerallerinin ayrışmasını sağlayan birincil işlev hidrolizdir ve su, bu ayrışmanın gerçekleşmesi için gerekli olan tek ayıraçtır. Demirce zengin silikat minerallerinin ayrışması sonucunda açığa çıkan Fe iyonlarının hematit olarak çökebilmesinde çökeltme ortamının pH ve Eh'si önemli rol oynamaktadır. Eh ve pH'a bağlı olarak hematitin duraylılık alanı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir. Bu diyagram jeolojik koşullara uygulandığında, taneler arası hidrolizle serbest kalan demir, suyun Eh ve pH'sına bağlı olarak, ya Ferrous (Fe⁺²) olarak çözültü içinde kalır ya da ferrik oksit (Fe⁺³) halinde çökelir⁽⁹⁾.



Yaygın demir minerallerinin duraylılık alanlarını gösteren Eh-pH diyagramı⁽⁹⁾

Eğer taneler arası ortam ferrous (Fe^{+2}) iyonların duraylılık alanı içinde kalırsa, Fe iyonları ya çözelti içinde kalarak taneler arası su içinde göç eder, ya da Fe^{+2} içeren mineraller (pirit, siderit ve kil mineralleri) şeklinde çökelirler. Bu koşullardaki bir ortamda, çökeller gri ya da açık yeşilimsi gri renge sahiptirler.

Diğer taraftan eğer taneler arası ortamdaki suyun pH ve Eh'si hematitin duraylılık alanında ise, ayrışmayla serbest kalan Fe , taneler arasında hematit şeklinde çöker. Hematitin çökmesiyle birlikte bu ortamdaki çökeller zamanla kırmızılaşırlar. Bir ortamdaki taneler arasındaki suyun kimyası sonsuza dek aynı kalmaz. Ortamın Eh ve pH'ında zamanla değişimler olabileceğinden, daha önceden kırmızı olan çökellerin ağarmasına ya da daha önceleri gri renkte olan çökellerin kırmızı bir renk almasına neden olur.



Örneğin, taneler arası ortamın hematit duraylılık alanından Fe^{+2} iyon duraylılık alanına kaydıracak kadar fazla bir Eh, ya da pH düşmesi, ayrışma ile açığa çıkan demirin çözeltide kalmasına ve daha önce çökelmiş otijenik hematitin çözülmesine neden olur. Bu koşullarda kırmızılaşma olayı durur ve daha önce kırmızılaşmış çökellerde de renklerini kaybetmeye başlarlar. Buna karşın ortamın pH ve Eh'si, Fe^{+2} alanından hematit alanına geçecek şekilde yükselmesi halinde, yukarıda açıklanan olayın gelişmesini ters yönde etkiler. Diğer bir deyişle, ayrışma ile açığa çıkan ve/veya çözelti içinde bulunan demir, hematit olarak çökelecektir ve gri renkli olan çökeller kırmızı bir renk almaya başlayacaklardır⁽⁹⁾.

Kırıntılı çökeller ilk çökdiklerinde kırmızı değildir⁽¹⁰⁾. Kırmızılanma süreci çökmeden hemen sonra başlar. Demir içeren kırıntılı tanelerin ayrışması ile açığa çıkan demirden hematit oluşumu, çökmeden sonraki herhangi bir dönemde gerçekleşebilir. Bu durum, taneler arası suyun pH ve Eh değerlerinin, hematit duraylılık alanında kalmasına bağlıdır. Hematit oluşumu, tüm Fe içeren duraysız minerallerin tamamen ayrışmasına, ya da ayrışmanın, çökellerin çimentolanmasıyla durmasına kadar devam eder.

Farklı yaşlardaki kırmızı tabakalar incelendiğinde, pigment gelişiminin dereceli bir şekilde kendini gösterdiği belirlenir⁽¹¹⁾. Çökellerin kırmızılığı, pigmentlerin dereceli gelişmesinin hangi evrede olduğunu belirtir. Gelişimin en genç safhasında Genç Tersiyer ve Pleistosen yaşlı çökellerde olduğu gibi, hematit pigmentleri, gerek X-ışınları analizleri, gerekse taramalı elektron mikroskobu (SEM) çalışmaları ile tayin edilemeyecek şekilde kırmızı renkli amorf (kristal-şekilsiz) oksitlerden ibarettir. Bu safhada çökeller tipik olarak kırmızımsı sarı renktedir. Gelişimin orta safhalarında, Miyosen yaşlı çökellerde olduğu gibi, oldukça ince taneli kristallenmiş hematit oluşmaya başlar. Hematit kristalleri gerek X-ray, gerekse SEM çalışmalarında belirlenebilir. Bu safhadaki çökeller çok açık kırmızı renktedir. Gelişimin ilerleyen evrelerinde, Triyas yaşlı çökellerde olduğu gibi, yeniden kristallenmeyle beraber ince taneli kristaller daha iri taneli hematit kristallerine dönüşürler ve çökeller kırmızımsı kahverengiden koyu kırmızıya değişen renklerde olurlar. Bu da tortul istiflerdeki kırmızılanmanın depolanma öncesinden çok, depolanma sonrası işlemlerle olduğu görüşünü kuvvetlendirir⁽⁹⁾.



Dünyadaki önemli kırmızı tabakalı istiflerin geniş evaporit çökelleri ile beraber bulunduğu bilinmektedir. Evaporit çökelleri beraber buldukları kırmızı tabakaların kökeninin tanımlanmasında oldukça önemlidir. Çünkü evaporitler bölgesel olarak depolanma esnasında kurak iklimin egemen olduğunu açıkça gösterirler. Evaporit ve kırmızı tabakaların beraber bulunması, tüm kırmızı tabakaların çöl ortamında oluştuğunu kanıtlamaz. Ancak kırmızı tabakaların oluşması için özellikle kurak iklimlerin uygun olduğu belirtilir⁽¹⁾.

Bölgesel kuraklıktan dolayı, kaynak bölgesinde oluşan taneler, çok az bir kimyasal ayrışmaya uğrar. Bundan dolayı kaynak bölgesindeki duraysız silikat mineralleri, kaynak bölgesinden çökme ortamına aşırı derecede ayrışmaya uğramadan taşınırlar ve orada depolanırlar. Çökme ortamında duraysız silikat minerallerin, yüzeysel ayrışmalarla tahrip edilmeleri olası değildir. Çünkü, jeolojik ölçekte havzadaki çökellerin depolanması süreklilik gösterir. Bunun sonucu olarak da, çökelen sedimanlar daha sonra genç çökeller tarafından örtülür. Böylece havzada çökelen tortulların yüzeysel etkilerle ileri derecede tahrip edilmeye zaman bulmadan genç çökellerce örtülür ve gömülürler. Çöl ortamlarının çökelen sedimanlar içindeki duraysız minerallerin kimyasal ayrışmasını önleyen ideal bir konumu vardır. Çökeller içindeki minerallerin ayrışması çökmeden sonra onlarca milyon yıl sürebilir⁽¹⁾.

Kırmızı tabakalar içindeki hematit pigmentlerinin diajenetik kökenli olduğunu savunanların diğer önemli bir kanıtı da, bu çökeller içinde özşekilli hematit kristallerinin yaygın olarak bulunmasıdır. Yaşlı kırmızı tabakaların bazılarında hematit kristalleri, ince kesitte mikroskop altında görülebilecek büyüklüktedir. Fakat, çoğu durumlarda hematit kristalleri ancak SEM (Taramalı Elektron Mikroskop) kullanılarak belirlenebilmektedir.

Ortamsal faktörlerdeki lokal ve bölgesel değişiklikler, çökellerin farklı şekillerde renklenmelerine neden olabilirler. Bu faktörler ve bunların renk oluşumu üzerindeki etkileri şöyledir:

1) *Kaynak kayalarda demir içeren duraysız minerallerin*

varlığı: Duraysız ferromagnezyumlu silikat minerallerden özellikle ojit ve hornblend önemli bir demir kaynağı olabilir. Diğer koşulların aynı kalması durumunda ojit ve hornblendce zengin kaynak kayalardan gelen çökeller, bu minerallerce fakir olan ana kayalardan gelen çökellerden daha hızlı bir şekilde kırmızılaşır.

2) *Ortamda bulunan su miktarı:* Kırmızılaşma işlevinde su, üç açıdan önemli rol oynar: (a) Demir içeren minerallerin kimyasal hidrolizi için ortam oluşturur ve açığa çıkan demir oksitini boyayıcı olarak çökmesini sağlar. (b) Gerek çökellerin bulunduğu bölgede, gerekse çökellerin depolandığı yerde, havadaki ve çökellerin yüzeyindeki kil minerallerinin mekanik olarak kil içine filtrelenmesini sağlar. (c) Bitki örtüsünün gelişmesine yardım eder. Bitki gelişmesi, çökellerin duraylı olmasını ve aşınmadan korunmasını sağlar. Böylece tortulların, kırmızılaşma için oldukça uygun olan bir ortamda uzun süre kalması sağlanır. Deniz ile sınırı olan kumullarda kırmızılaşmanın hızı, sahil boyunca nem oranının fazla olmasından dolayı çöl içlerine göre daha yüksektir. Bir ortamdaki nemin kaynağı; yağmur, çığ ya da yer altı suyudur.

3) *Zaman:* Kırmızı rengini verecek olan minerallerin ayrışması için belirli bir zamana gereksinim vardır. Tam bir kırmızılaşma süresi onlarca milyon yıl sürebilir.



4. *Tane boyu ve şekli:* Çökeller taşınırken, iri taneler ince tanelere oranla daha hızlı bir şekilde aşındırılır. Bundan dolayı iri taneler, daha iyi yuvarlaklaşır ve tane şeklindeki orijinal düzensizliklerin sebep olduğu girinti çıkıntıların sayısı ve boyutları azalır. Taneletini kaplayan demiroksit, eğer aşındırmadan korunabilirse, iri taneli kumların yüzeyinde ince taneli kumların yüzeyine oranla daha az bulunur. Çok ince taneler çok yavaş olarak aşınırlar, ya da hiç aşınmazlar. Bundan dolayı, tane yüzeyindeki orijinal düzensizlikler korunur. Bu taneler demir oksitle bir defa bile boyansa, öyle kalmaya eğilimleri vardır. Bundan dolayı, kumullarda ince taneli kumlar, daha çok kille sıvanmıştır, daha çok pigment içerir ve iri taneli kumlardan daha kırmızıdır.

5. *Taşınma uzaklığı:* Taşınma uzaklığı, çökellerin kırmızılanmasında zaman parametresiyle aynı etkiye sahiptir. Taşınma uzaklığının artması normal olarak kırmızılanma için gerekli materyali sağlayan ayrışma süreci için gerekli zamanı uzatır.

6. *Kum taneleri üzerindeki kaplamalardaki kil minerallerinin tipi:* Demir, kil minerallerinin kristal yapıcısı olarak, ya da kil mineralleri yüzeylerinde sıvanmış olarak taşınır⁽⁷⁾. Bu demir kil minerallerinin dengede olamayacağı meteorik sular ile bulunduğu anda, ayrışma süreçlerinin etkisi sonucunda serbest hale geçer. Çöl ortamlarında taneler arası suyun Eh ve pH'ı yüksek olduğundan, ayrışma ile açığa çıkan demir hemen çökeler. Tane yüzeyinde sıvanma şeklinde yer alan killerin ayrışmasıyla ortaya çıkacak demirin miktarı; kısmen kil kaplaması içinde bulunan kil minerallerinin cinsine bağlıdır. Çünkü kil minerallerinin, kristal kafeslerinde demir bulundurma özellikleri aynı değildir⁽⁷⁾.

7. *Yaşlı kırmızı tabakalardan taşınan kum tanelerinin oranı:* Bu tip çökeller bölgesel olarak önemli olabilir. Fakat, buldukları yerden uzaklara taşındıkça gerçek çözünme, gerekse diğer çökellerle karışmaları sonucu renklerinin koyuluğu azalır.

Kırmızı Kırıntulılarda İklim Düzeni

Kırmızı tabakalar tek başlarına nemli tropikal ortamların, ya da kurak iklimlerin kesin bir belirticisi değildir. Evaporitlerle ilişkili kırmızı

tabakalar içindeki hematit pigmenti, olasılıkla kurak bir iklimde çökelmeyi izleyen bir dönemde gelişmiştir. Fakat çökeltme ortamında etkili olan kuraklık, hematit pigmentinin varlığıyla değil, evaporitlerle beraber bulunmasından kaynaklanmaktadır.



Ancak genel olarak bakıldığında; kırmızı kırıntuluların kurak veya yarı kurak iklim koşullarını ifade ettiği gözlenmektedir. Walker⁽⁶⁾, kurak veya yarı kurak iklim etkisindeki çöl kırmızı kırıntuluları ile nemli iklim kırmızı kırıntulularını ayırt etmeye çalışmış; nemli iklim koşullarındaki klastiklerin kömür oluşumu ile açıklandığını, çöl kırıntulularının ise playa göllerinde oluştuğunu göstermiştir. Nemli iklimde oluşan kırmızı kırıntululara örnek olarak; Alp ve Himalayalar'daki oluşumlar verilebilir. Nemli iklimde, organik madde su tablasının yüksek olması nedeni ile çoktur. Birikme ise çabuktur. Organik maddenin fazla olması kömür oluşumu için önemlidir. Kurak veya yarı kurak iklimde oluşan kırmızı kırıntululara örnek olarak ise Çankırı Tersiyer Havzası içerisindeki ve evaporit istifleri arasında yer alan Üst Miyosen yaşlı Kızıllırmak formasyonun eş değeri olan Süleymanlı formasyonu verilebilir.

