

## Kaliş Oluşumu ve Özellikleri *Caliche Formation and Features*

**Muhsin EREN**

*Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
33343 Çiftlikköy/Mersin  
e-mail: m\_eren@yahoo.com*

### **ÖZ**

Kaliş genel bir terim olup, kurak ve yarı kurak iklim koşullarında gevşek çökeller, tortul kayalar ve topraklar içindeki ikincil kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yığılımlarını tanımlamaktadır. Kalişler mikrit (< 4 m) ve mikrosparit (5-15 m) boyutundaki küçük kalsit kristallerinden oluşmakta ve küçük miktarlardaki diyajenetik mineral oluşumları (sepiyolit, paligorskit, magnezyum kalsit, dolomit gibi) kalsiyum karbonat oluşumlarına (düşük Mg-kalsit) eşlik etmektedir. Kalişler; kireç tozu, yumru, tüp, laminalı kabuk ve sert kabuk gibi farklı oluşum şekillerine sahiptir. Kalişlerde makroskopik kök yapıları ve mikroskopik alfa ve beta dokusal özellikleri yaygın olarak bulunmaktadır. Kalişlerin oluşumu üzerine başlıca iki hipotez önerilmiştir. Bunlar; (a) sızma modeli (per descensum; pedojenik model); çözülmüş  $\text{CaCO}_3$ 'ün sızan sulardan çökelimini tanımlamakta ve (b) yeraltı suyunun kapiler yükselme (per ascensum; yeraltısuyu modeli) modelidir. Kaliş oluşumunda kalsiyum değişik kaynaklardan sağlanır.

**Anahtar Sözcükler:** Kaliş, kalsiyum karbonat, diyajenetik mineral, sızma (pedojenik) modeli, kapiler yükselme (yeraltısuyu) modeli

### **ABSTRACT**

*Caliche is a general term that describes a secondary carbonate accumulation in unconsolidated sediments, sedimentary rocks and soils under semi-arid and arid climate conditions. Caliches are composed dominantly of small calcite crystals in micrite (< 4 m) and microsparite (5-15 m) size. Small amount of diagenetic minerals such as sepiolite, palygorskite, magnesium calcite and dolomite etc. are associated with calcium carbonate (low Mg-calcite) occurrences. Caliche appears in a variety of forms such as chalky powdery, nodular, tubular, laminated crust, hardpan (indurated crust). In caliche, macroscopic rhizolithic structures and microscopic alfa and beta fabric constituents are common. Two main hypotheses which explain the origin of caliche. These are; (a) downward movement of dissolved  $\text{CaCO}_3$  (per descensum; pedogenetic); and (b) capillary rise from groundwater (per ascensum; groundwater) models. During caliche formation, calcium is provided from varied sources.*

**Keywords:** Caliche, calcium carbonate, diagenetic mineral, per descensum (pedogenetic) model, capillary rise (groundwater) model

## GİRİŞ

Bu makale geçmişte ve günümüzde yaygın olan ve Akdeniz kuşağında tipik olarak görülen kalişlerin temel özelliklerini ve oluşum şekillerini tanıtmayı amaçlamaktadır. Kaliş genel bir terim olup, kurak ve yarı kurak iklimlerde, vadoz zonda (karasal ortamda), gevşek çökeller, tortul kayalar veya topraklar içinde veya üzerinde oluşan, hakim olarak ikincil kalsiyum karbonat çökelimlerini ifade etmektedir (Aristarain, 1970; Goudie, 1973; Watts, 1980; Wright ve Tucker, 1991; Demicco ve Hardie, 1994; Goudie, 1996). Bazı yazarlar kaliş terimini sadece topraklar içinde gelişen kireçli seviyelerle sınırlamaktadır (Watts, 1980; Tucker ve Wright, 1990). Kaliş oluşumu sırasında küçük miktarlardaki diyajenetik mineral oluşumları (sepiyolit, paligorskit, magnezyum kalsit, dolomit, vs.) kalsiyum karbonat oluşumlarına eşlik eder. Kalişler; kireç tozu, yumru, tüb, laminalı kabuk ve karbonat kabuk gibi farklı oluşum şekillerine sahiptir (Estaban ve Klappa, 1983; Tucker, 1991; Wright ve Tucker, 1991). Kalişler içinde bazı makroskopik (kök yapıları gibi) ve mikroskopik (kök yapısı, yüzen tane dokusu, tane çevresi çatlak vs.) yapılar yaygın olarak görülür. Kökensel yönden kalişler başlıca iki gruba ayrılırlar. Bunlar pedojenik (sızma) ve yeraltı suyu (kapiler) kalişleridir.

## İKLİM

Kaliş gelişimi kurak ve yarı kurak iklimlerde, yıllık yağışın 400-600 mm (Goudie, 1983) ve buharlaşmanın yağıştan fazla olduğu yerlerde yaygındır (Tucker, 1991). İklim kaliş gelişimini kontrol eden önemli faktörlerden biridir.

## KALIŞ PROFİLİ

Kaliş profilleri kalişlerdeki düşey yöndeki değişimleri ifade etmektedir (Şekil 1, 2). Bu değişimler basit şekillerden, oldukça karmaşık şekillere varan değişimleri içermektedir. Şekil 2 Estaban ve Klappa (1983) tarafından önerilen ideal bir kaliş profilini ve profil içindeki temel özelliklerin dağılımını göstermektedir. İdeal kaliş profili güncel toprak, karbonat kabuk, laminalı kaliş, yumru seviye, yumru-kireçli seviye, kireçli seviye, geçiş zonu ve temel kaya seviyelerinden oluşmaktadır. Farklı seviyeler arasındaki geçiş derecelidir.

### Karbonat Kabuk:

Genellikle beyaz veya krem renkli, sertleşmiş, düzlem şekilli, tipik olarak karmaşık iç dokusal özellikler içeren, keskin üst yüzeyi ve dereceli alt yüzeyi olan kaliş seviyesidir (Şekil 1; Estaban ve Klappa, 1983; Wright ve Tucker, 1991). Kalın karbonat kabuklarda çatlak, tektonik olmayan breşleşme, erime ve yeniden çimentolanma ve pizolit ve kök izi yapıları görülebilir. Karbonat kabuk hakim olarak mikrokristalli veya ince kristalli kalsitten oluşmaktadır.

**Laminalı Kaliş:** Sertleşmiş, ince laminalı, dalgalı-düzlemsel karbonat katmanlarıdır (Goudie, 1983; Wright ve Tucker, 1991). Laminalı kaliş her zaman karbonat kabuğun hemen altında veya karbonat kabuğun yokluğunda ise kireçli seviyenin en üst kısmında veya güncel toprak örtüsünün altında bulunur (Estaban ve Klappa, 1983). Laminalı kaliş, karbonat kabuktan yatay veya yataya yakın dalgalı, ince katmansı yapısı, düzlemsel çatlak gözenekliliği, daha büyük kırılabilirliği ve alveolar dokunun, bitki kök izlerinin ve iğnemsli lifi dokunun yaygınlığı ile ayrılır.



**Şekil 1.** Kalışların arazi görünümü. Çingirdaklı dere vadisi, Çiftlikköy/ MERSİN (Eren ve diğ., 2004). K: karbonat kabuk (hardpan), KÇ: Kırmızı çamurtaşı (taşkın ovası çökeli, Kuzgun Formasyonu (Tortoniyen)), ok: yumrulu kalış seviyesi.

*Figure 1. Field appearance of the caliches. Çingirdaklı creek valley, Çiftlikköy/ Mersin (Eren et al., 2004). K: Carbonate crust (hardpan), KÇ: red mudstone (floodplain deposits of the Kuzgun Formation (Tortonian)), ok: nodular caliche horizon.*

Karbonat kabuk oluşumu, laminalı kalış oluşumunun ileri evresini temsil etmektedir.

**Yumrulu Seviye:** Daha az kireçli bir matriks içinde gömülü olan, çimentolanma ve/veya ornatma yoluyla oluşmuş, ayrık küresel, düzensiz şekilli veya silindirik şekilli, beyaz veya krem renkli, yumuşak veya sertleşmiş kalsiyum karbonat yığılımlarıdır (Şekil 1; Goudie, 1983; James ve Choquette, 1984; Esteban ve Klappa, 1983).

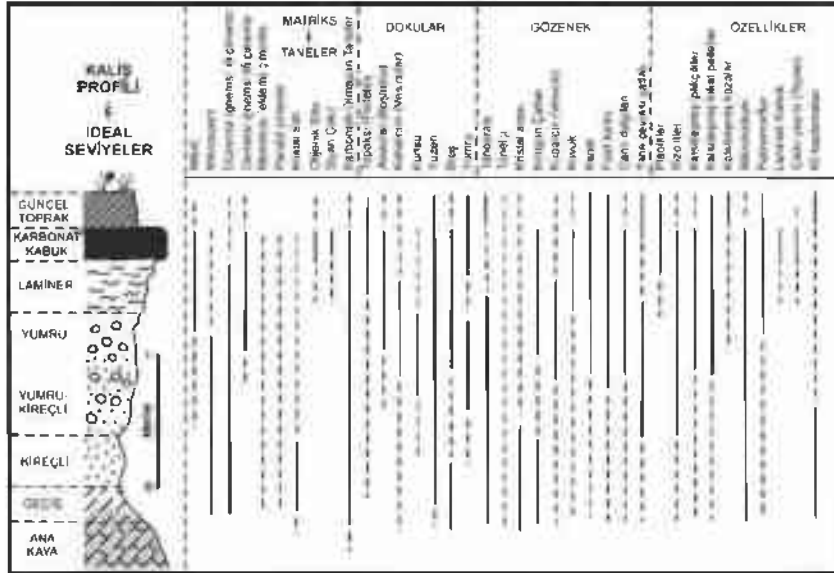
**Yumrulu-kireçli kalış:** Çoğu kalış profilinde yumrulu ve kireçli kalış seviyeleri arasındaki geçiş belirgin olmayıp, geçiş zonu yumrulu-kireçli kalış seviyesi olarak kabul edilmektedir (Esteban ve Klappa, 1983).

**Kireçli kalış:** Bu seviye beyaz veya krem renkli, sıkılaştırmamış silt boyutundaki kalsit tanelerinden oluşur. Taneler arası çimentolanmanın olmaması nedeniyle materyal toz halindedir. Bu seviye yapısal ve dokusal olarak homojendir. Bununla beraber saçılmış haldeki kalış yumruları yersel olarak bulunur. Bitki kök sistemlerinin çevresindeki

alanlar  $\text{CaCO}_3$  çökeli için uygundur ve bu olay yumru gelişiminin başlangıcına neden olur (Esteban ve Klappa, 1983).

**Geçiş seviyesi:** Ana kaya ile kalış seviyeleri arasındaki geçiş zonudur. Geçiş zonu ana kayanın bazı makroskopik özelliklerini içermemesi ve bazı yerlerde ana kayanın kısmi ornatılmasına ve ayrıştırılmasına ait makroskopik verileri içermesiyle tipiktir (Esteban ve Klappa, 1983).

**Ana Kaya:** Çok değişik bileşim, doku, yaş ve kökünde olabilir. Ana kayanın kalış gelişimini etkileyen en önemli özelliği mekanik duraylılığıdır. Kalış profillerinin gelişiminde, etki eden pedojenik ve diyajenetik olaylar için ana kayanın yeterince uzun duraylılığa sahip olması önemlidir. Ayrıca ana kayanın geçirimsizlik ve kalsiyum karbonat içeriği gibi özellikleri kalış gelişim oranını etkiler. Ana kaya, kendisini üzerleyen kalış profilinden kalışı karakterize eden tipik özelliklerin yokluğu ile ayrılır (Esteban ve Klappa, 1983).



Şekil 2. İdeal bir kaliş profili ve temel özelliklerin dağılımı (Esteban ve Klappa, 1983).

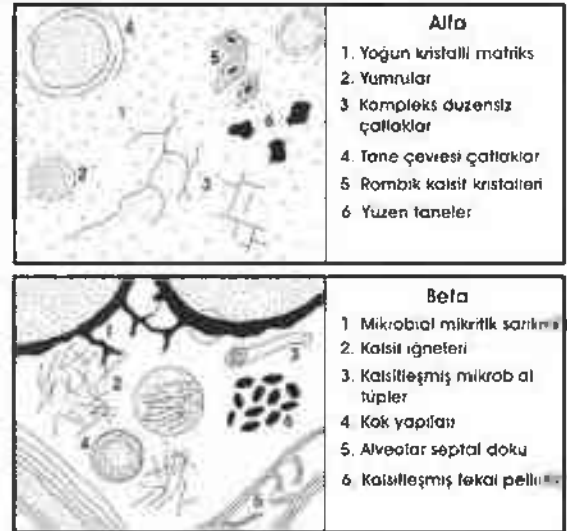
Figure 2. An ideal caliche profile and distribution of basic features (Esteban ve Klappa, 1983).

### KALİŞ ÖZELLİKLERİ

Kalişlerde yaygın olarak gözlenen özellikler Şekil 2' de gösterilmiştir. Bu özellikler makroskopik ve mikroskopik olmak üzere başlıca iki gruba ayrılabilir:

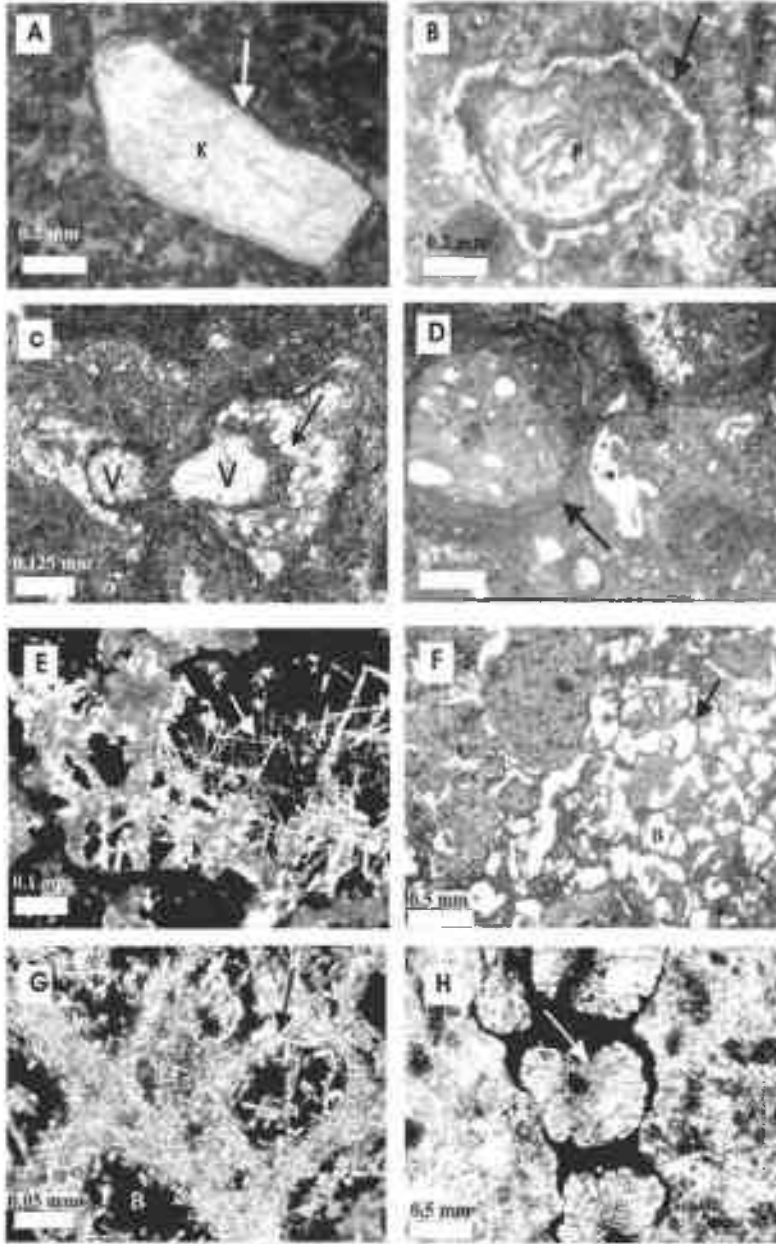
**Makroskopik Özellikler:** Kalişlerde çeşitli makroskopik özellikler yaygındır ve bunların kalişlere özgünlüğü ise tartışmalıdır. Bunlar rizolitleri (kök yapısı), yumruları, laminalı kalişleri, pizolitleri ve siyah çakılları içermektedir. Rizolitler; kökler tarafından üretilen organo-sedimenter yapılardır (Klappa, 1980) ve bitki köklerinin çevresinde veya içinde minerallerin yığılması, çimento olarak çökelimi ve ornatmasıyla oluşturulur. Başlıca beş rizolit tipi vardır (Esteban ve Klappa, 1983). Bunlar; (1) kök erime ve/veya delgi boşlukları, (2) kök kalıpları veya dolgusu (root casts), (3) kök tüpleri, (4) kök izi, ve (5) kök taşlaşması. Pizolitler 2 mm'den büyük sarımsı taneleri tanımlamaktadır. Siyah çakıllar ise organik katkıca zengin veya ince kristalli pirit saçınımları içeren çakılları karakterize etmektedir (Wright ve Tucker, 1991).

**Mikroskopik Özellikler:** Kalişler, mikroyapılar (Şekil 3) temel alınarak başlıca iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar alfa ve beta kalkritleridir. Alfa kalkritler biyolojik aktivite izleri içermezler ve yoğun olarak rombik karakterli mikrit (< 4 m) ve mikrosparitik (5-15 m) matriksten oluşmaktadır. Alfa dokuları mikritik matriks



Şekil 3. Kalişlerin (kalkrit) mikromorfolojik sınıflamaları (Wright, 1990).

Figure 3. Micromorphological classification of caliches (Wright, 1990).



**Şekil 4** Kalişlerde yaygın olan mikroskopik özellikler.

A) Pellets dokulu mikritik matris içinde yüzen detrital kuvars tanesi (K) ve onu çevreleyen kalsit kenar çimentosu (ok). Normal ışık.

B) Pizolitik taneyi (P) çevreleyen spartik kalsit dolgulı tane çevresi çatlak (ok). Polarize ışık.

C) Rizolit. Kalsit dolgulı bitki kök hücreleri (ok). Damarınımsı bitki köklerine ait spartik dolgulı tüpsü boşlukların (V) enine kesitleri. Normal ışık.

D) Mikritik sarılamalı (ok) kalış pizolitleri. Normal ışık.

E) Düzensiz kalsit iğneleri (ok). Polarize ışık.

F) Alveolar (boşluklu) doku. Mikritik duvarlı (ok) düzensiz gözeneklerin (B) karmaşık ağ dokusu. Normal ışık.

G) Gözenek (B) duvarları yönlü kalsit kristallerinden (ok) oluşan alveolar doku. Polarize ışık.

H) Düşey çatlak içinde çiçek yaprağı görünümüne uzamış kalsit kristallerinden oluşan mikrokodiumlar (ok). Normal ışık.

Not: A, B, ve D mikrofotografılar Eren ve diğ., 2004 ve diğerleri Esteban ve Klappa, 1983' den alınmıştır.

**Figure 4.** Microscopic features common in caliches.

A) A floating detrital quartz grain (K) in clotted micrite matrix and its surrounding sparry calcite rim cement (arrow). Plain polarized light.

B) Circumgranular crack (arrow) around the pisolithic grain (P) with sparry calcite-infill. Cross polarized light.

C) Rhizolith. Calcite filled plant root cells (arrow). Transverse section of sparry calcite filled tubular voids (V) of vascular plant roots. Plain polarized light.

D) Caliche pisoliths with micritic coatings (arrow). Plain light.

E) Random calcite needles (arrow). Plain polarized light.

F) Alveolar texture. Complex network of irregular pores (P) with micrite walls (arrow). Plain polarized light.

G) Alveolar texture with pore (B) walls consisting of parallel oriented calcite needles (arrow). Cross polarized light.

H) Microcodiums (arrow) composed of petal-like elongate calcite crystals in a vertical joint. Plain polarized light.

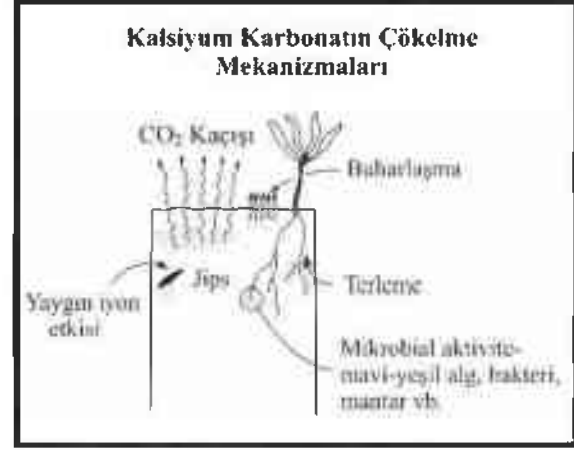
Note: A, B, and D micrographs were taken from Eren et al., 2004, and the others from Esteban and Klappa, 1983.

içinde yüzen tane (Şekil 4 A) ve çevresinde tanenin yerini alan kalsit büyüme yapıları, tane çevresi çatlakları (Şekil 4 B), sparit dolgulu düzensiz çatlakları, büyük rombik kalsit kristalleri, yumru yapıları içermektedir (Tucker ve Wright, 1990; Wright ve Tucker, 1991; Tucker, 1991). Bu yapılar ornatmaya ve kurumaya bağlı olarak oluşmaktadır. İnce kristalli alfa kalkritlerinin hızlı çökelim ve küçük gözenek boyutunun bir sonucu olduğu düşünülmektedir (Wright ve Tucker, 1991).

Beta kalkritler, özellikle mantarlar tarafından oluşturulan yüksek biyolojik aktivite izleri gösterirler (Tucker ve Wright, 1990). Beta dokusu kök yapılarını (Şekil 4 C), kalsit iğnelerini (Şekil 4 E ve G), yerinde oluşmuş kaliş pizolitlerini (Şekil 4 D), mikroorganizma tüplerini, alveolar veya alveolar septal doku (boşluklu veya boşluk duvar dokusu; Şekil 4 F ve G) ve mikrokodium (Şekil 4 H) yapılarını içermektedir. Bu gibi yapılardaki karbonat mantar veya diğer toprak mikro-organizma birlikteliği içinde çökeltilir (Wright ve Tucker, 1991).

### KARBONAT ÇÖKELİM MEKANİZMASI

Karbonat çökelim mekanizmaları üzerine sınırlı sayıda detaylı çalışma yapılmıştır ve çökelim yeterince anlaşılamamıştır. Fakat, buharlaşma ve terlemeyle  $H_2O$  kaybı ve  $CO_2$  kaybı (özellikle bitkiler tarafından tutulması) çökelim temel mekanizmaları olduğu vurgulanmaktadır (Tucker ve Wright, 1990; Wright ve Tucker, 1991; Şekil 5). Yaygın iyon etkisi ( $Ca^{2+}$  ca zenginleşme; commonion effect) yeraltısuyu kalkritlerinin çökeliminde etkili olan diğer bir etkidir (Wright ve Tucker, 1991).

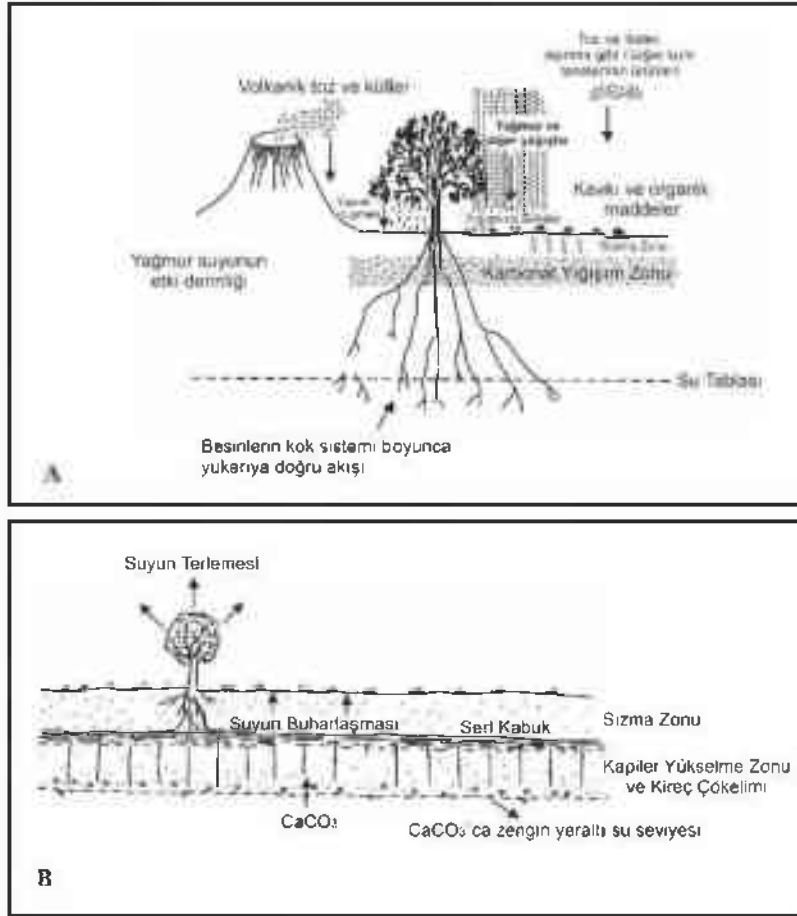


Şekil 5. Kalişlerde çökelim mekanizmaları (Wright ve Tucker, 1991).

Figure 5. Mechanisms of precipitation in caliche (Wright ve Tucker, 1991).

### KALIŞ OLUŞUMUNDA $CaCO_3$ 'ÜN KAYNAĞI VE HAREKETİ

Kaliş oluşumunda  $CaCO_3$ 'ün kaynağı çeşitlidir (Goudie, 1983) ve bunlar arasında yağmur suyu (ve deniz püskürtmesi), yüzey akış suyu, yeraltısuyu, rüzgar tozu, biyoklast (örneğin karasal gastropodlar), bitki kirliliği, ve kayaçlar bulunmaktadır. Pedojenik kökenli kaliş (kalkrit) oluşumunda  $CaCO_3$ 'ün ana kaynağını rüzgar tozu oluşturmaktadır (Machette, 1985). Kalsiyumca (Ca) zengin tozlar toprak yüzeyinde yığılmakta ve yağmur sularınca çözülmemektedir. Kalsiyumca zengin sular toprak içine doğru süzülür ve tipik olarak mevsimsel nemlenme derinliğinde çöker. Kaliş oluşumunu çözülmüş  $CaCO_3$ 'ün aşağıya doğru hareketiyle açıklayan mekanizmaya sızma modeli (pedojenik kaliş; Goudie, 1983; Şekil 6 A) denilmektedir. Diğer bir model ise kalsiyumun kaynağını yeraltısuyu kabul eden ve kapiler etki ile yükselen yeraltısuyundan buharlaşmayla  $CaCO_3$  çökeltten yeraltısuyu kapiler yükselme (per ascensum) modelidir (Goudie, 1983; Semeniuk ve Meagher, 1981; Şekil 6 B). Bu



Şekil 6. Kaliş oluşum modelleri (Goudie, 1983).

A) Sızma modeli (per descensum; pedojenik model)  
B) Kapiler yükselme modeli (per ascensum; yeraltısuyu modeli)

Figure 6. Models of caliche formation (Goudie, 1983).

A) Per descensum model (pedogenic model)

B) Capillary rise model (per ascensum; groundwater model)

model yeraltısuyu kalişlerinin oluşumunu açıklamak için gerçekçi bir şekilde kullanılıyorsa da, çoğu yerde kalişlerin yüzeye yakın olması ve yeraltısuyunun yüzeyden onlarca metre aşağıda bulunması nedeniyle yanlış yorumlanabilmektedir.

### SONUÇ

Kalişler; kurak ve yarı kurak iklimlerdeki ikincil kalsiyum karbonat çökelimleridir ve karasal ortamı karakterize etmektedir. Ayrıca kalsiyum karbonat çökelimlerine küçük miktarlardaki diyajenetik mineral oluşumları eşlik etmektedir. Kalişler kireç tozundan, sertleşmiş kabuğa kadar değişen şekillerde görülürler. Makroskopik kök yapıları ve mikroskopik alfa ve beta dokusuna ait özellikler yaygın olarak gözlenir. Oluşumları

sızma (per descensum; pedojenik) ve kapiler yükselme (per ascensum; yeraltısuyu) modelleriyle açıklanmaktadır. Kaliş oluşumları için farklı CaCO<sub>3</sub> kaynakları önerilmiştir.

### KATKI BELİRTME

Yazar, makaleye yapıcı katkı sağlayan hakemler Prof. Dr. Asuman TÜRKMENOĞLU, Prof. Dr. Emel BAYHAN ve Dr. Eşref ATABEY'e teşekkür eder.

**KAYNAKLAR**

- Aristarain, L. F., 1970. Chemical analyses of caliche profiles from the high plains, New Mexico. *Journal of Geology*, 78, 201-212.
- Demiccio, R.V. and Hardie, L.A., 1994. Sedimentary structures and early diagenetic features of shallow marine carbonate deposits. *SEPM Atlas Series 1*, Tulsa, Oklahoma, 265 p.
- Eren, M., Kadir, S., Hatipoğlu, Z., ve Gül., M., 2004. Mersin yöresinde kaliş gelişimi. TÜBİTAK Projesi YDABAG-102Y036, 136 s., (Yayınlanmamış).
- Esteban, M. and Klappa, C.F., 1983. Subaerial exposure environment. In: Scholle, P.A., Bebout, D.G., and Moore, C.H., (eds.), *Carbonate Depositional Environments*, Association of American Petroleum Geologists Memoir 33, Tulsa, Oklahoma, p. 1-54.
- Goudie, A. S., 1973. Duricrusts in Tropical and Subtropical Landscapes. Clarendon Press, Oxford, 174 p.
- Goudie, A. S., 1983. Calcrete. In: Goudie, A.S. and Pye, K., (eds.), *Chemical sediments and geomorphology*. Academic Press, London, p.93-131.
- Goudie, A. S., 1996. Organic agency in calcrete development. *Journal of Arid Environment*, 32, 103-110.
- James, N.P. and Choquette, P.W., 1984. Diagenesis 9. Limestones- The meteoric diagenetic environment. *Geoscience Canada* 11, 161-194.
- Klappa, C.F., 1980. Rhizoliths in terrestrial carbonates: classification, recognition, genesis and significance. *Sedimentology*, 27, 613-629.
- Machette, M.N., 1985. Calcic soils of the southwestern United States. Geological Society of America, Special Paper No. 203, 1-21.
- Semeniuk, V., and Meagher, T.D., 1981. Calcrete in Quaternary coastal dunes in South western Australia: a capillary-rise phenomenon associated with plants. *Journal of Sedimentary Petrology* 51, 47-68.
- Tucker, M.E., and Wright, V.P., 1990. *Carbonate sedimentology*. Blackwells, Oxford, 482 p.
- Tucker, M.E., 1991. *Sedimentary petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks*. Blackwell Science, Oxford, 260 p.
- Watts, N.L., 1980. Quaternary pedogenic calcretes from the Kalahari (Southern Africa): mineralogy, genesis and diagenesis. *Sedimentology*, 27, 661-686.
- Wright, V.P., 1990. A micromorphological classification of fossil and recent calcic and petrocalcic microstructures. In: Douglas, L.A. (ed.), *Soil Micromorphology: A Basic and Applied Science*, Elsevier, Amsterdam, v. 19, 401-407.
- Wright, V. P., and Tucker, M. E. (Eds.), 1991. *Calcretes*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 351 p.