

Küçük Ölçekli Karstik Yüzey Yapıları (Karen)

Smallscale Karstic Surface Features (Karren)

Muhsin EREN

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
33343 Çiftlikköy / Mersin
e-mail: m_eren@yahoo.com

Makale Geliş Tarihi: 2 Şubat 2008, Kabul Tarihi : 2 Nisan 2008
Received: 2 February 2008, Accepted 2 April 2008

Öz

Karen (veya lapye) küçük ölçekli (< 10 m) karstik yüzey yapılarını tanımlayan genel bir terimdir. Kireçtaşı yüzeylerinde yaygındır. Başlıca karen tipleri; kaval yapısı, basamak yapısı, çözünme olukları (oluk yapısı, yuvarlanmış oluk yapısı, menderesli oluk yapısı), sivri doruklu karen, yarık kareni, çözünme havuzları ve çözünme çukurlarıdır. Kaval yapısı, basamak yapısı ve çözünme havuzları yüzey sularından, çözünme olukları kanalize sulardan, yarık kareni süreksizliklerin çözünmeyle genişletilmesinden, sivri doruklu karen süreksizliklerle sınırlı masif kayaçların çözünmesiyle ve çözünme çukurları kök boyunca sızan sulardan çözünmeyle yoluyla oluşur. Çözünme işlemi örtüsüz kayaçlarda veya ince yüzey örtüsü (toprak, kar) altında gelişir.

Anahtar sözcükler: Çözünme, diyajenez, karen, karst, kireçtaşı

Abstract

Karren (or lapies) is a general term, describing small-scale (< 10 m) karstic surface features. They are common on limestone surfaces. The main types of karrens are solution flutes (rillenkarrn), trittkarrn (heelprints), solution runnels (rinnenkarrn, rundkarrn, meanderkarrn), spitzkarrn (solution spikes, pinnacle karrn), kluftkarrn (solution slots, grikes), solution pan (kamenitza, tinajita) and solution pit (or hollow). They form by dissolution from surface water or water-sheets as solution flutes, trittkarrn, and solution pans, from channelized water as solution runnels, from enlargement of structural weakness as kluftkarrn, from draining water along roots as solution pit, and from massive rocks between discontinuities as spitzkarrn. The dissolution process develops on bare rocks or beneath a thin surface cover (soil, snow).

Key words: Dissolution, diagenesis, karren, karst, limestone

GİRİŞ

Karst terimi, Slovenya'nın (eski Yugoslavya) İtalya sınırına yakın ve Trieste körfezinin kuzeydoğusunda yer alan kireçtaşı ile kaplı, belirgin yüzey şekillerine ve hidrolojiye sahip bölgeye verilen addan türetilmiştir. Bölgeye Slovence kras, Almanca karst ve İtalyanca carso adı verilmektedir (Sweeting, 1973; Gams, 1993). Genel anlamda karstlaşma, kimyasal çözünmeden çok fazla etkilenen kayaların oluşturduğu karakteristik yeryüzü şekillerini, yeraltı drenaj sistemini ve buna bağlı gelişen

yapılarını ifade etmektedir (Sweeting, 1973; Wright, 1982; Ford ve Williams, 1989). Karstlaşmanın yaygın olarak görüldüğü kayaların başlıcaları kireçtaşı, dolomit ve evaporitlerdir (tuz, anhidrit, jips). Diğer kayalarda meydana gelen karstik yapılara yalancı karst (pseudokarst) ve jeolojik dönemlerde oluşmuş karstik yapılara ise paleokarst (fosil karst) adı verilmektedir (Wright, 1982). Karstlaşma ve paleokarstlaşma çok sayıda yayının konusunu oluşturmaktadır (Sweeting, 1973; Bögli, 1980; Esteban ve Klappa, 1983; James ve Choquette, 1984; White, 1988; Ford ve Williams, 1989; Şahinci, 1991; Vanstone, 1998; Molina vd., 1999; Miller ve

Mitchell, 2003). Karstik yüzey yapıları karakteristik boyutlarına (çap, uzunluk gibi) göre üç gruba ayrılır. Bunlar; (i) küçük ölçekli (< 10 m), (ii) orta ölçekli (10-1000 m), ve (iii) büyük ölçekli (> 1000 m) yapılarıdır (Ford ve Williams, 1989). Küçük ölçekli karstik yapılar yaygın olarak Almanca terim olan “karren” veya Fransızca eş anlamlısı olan “lapies” terimleriyle adlandırılır (Bögli, 1960; Sweeting, 1973; James ve Choquette, 1984; White, 1988). Başlıca karen türleri Çizelge 1’ de verilmektedir. Çalışmanın amacı yaygın küçük ölçekli karstik yüzey yapılarını (karren) tanıtmak ve oluşumlarını açıklamaktır.

Çizelge 1. Karen türleri (Sweeting, 1973 ve White, 1988’den değiştirerek)
Table 1. Karren types (modified from Sweeting, 1973 and White, 1988)

Akış Türleri		Çözünme Türleri		
Yüzeysel Akış	Kanal Akışı	Yapısal Zayıflıklar	Masif Kayaç	
Artan yamaç eğimi ↑	Kaval yapısı (rillenkarren)	Çözünme olukları (rinnenkarren)	Sivri doruklu karen (spitzkarren, pinnacle)	
	Basamak yapısı (trittkarren)	Yuvarlanmış oluk yapısı (rounded runnels, rundkarren)		Çözünme çukurları (solution pit)
	Çözünme havuzu (kamenitza)	Menderesli oluk yapısı (meandering runnel)		Yarık yapısı (kluftkarren)

KÜÇÜK ÖLÇEKLİ KARSTİK YÜZEY YAPILARI (KARREN)

Kaval yapısı (rillenkarren; solution flute): İlk tanımlanan karen türlerinden biri olan kaval yapıları Alplerde ve Dinar karstlarında yaygındır. Bunlar genellikle 40-80° eğimli yüzeylerin üst kısımlarında gelişen, paralel veya yarı paralel çözünme oluklarından oluşurlar (Şekil 1a). Oluklar keskin sırtlarla birbirinden ayrılan yuvarlanmış çukurluklar şeklindedir ve genellikle 1-2 cm derinliğinde, 1-2 cm genişliğinde ve 50 cm varan uzunluklardadır (Sweeting, 1973).

Basamak yapısı veya topuk izleri (trittkarren; heelprints): Bunlar yay şekilli arka duvara, düz tabana, yamaç eğimi yönünde açık, genellikle 10-30 cm çapında karstik yapılarıdır (Ford ve Williams, 1989; Sweeting, 1973). Arka duvar yüksekliği 3 cm ile 50 cm arasındadır. Genel görünümüleri kayaç içine doğru kemirilmiş bisküvit dizilimlerini andırmaktadır (Şekil 1b). Kaval yapısı (rillenkarren) ve basamak yapıları birbirini izleyecek şekilde bulunabilirler. Dik yamaçlarda kaval yapıları ve düzlerde ise basamak yapıları bulunabilir.

Çözünme olukları (rinnenkarren; solution runnels or channels): Bu tür karenler, fazla yüzey sularının daha derin ve geniş akış olukları oluşturmasıyla tipiktir. Oluk yapıları birkaç cm ile 30-40 cm arasında genişliğe, 50 cm'ye varan derinliğe ve birkaç metreden 15-20 m'ye ulaşan uzunluğa sahiptir (Sweeting, 1973; Ford ve Williams, 1989). Dik eğimli yamaçlarda oluk yapıları birbirine paraleldir, yaklaşık doğrusal ve yamaç eğimi yönünde artan genişlik ve derinliğe sahiptir. Bunların keskin kenarlı, düz veya yuvarlanmış tabanlı olanlarına oluk yapısı (rinnenkarren; Şekil 1c) ve yuvarlanmış kenar ve tabana sahip olanlarına yuvarlanmış oluk yapısı (rundkarren; rounded solution runnels; Şekil 1d) adı verilir (Ford ve Williams, 1989). Yuvarlanmış şekiller toprak örtüsü altında gelişmekten kaynaklanmaktadır. Bu tip oluk yapıları

(rinnenkarren ve rundkarren) Alplerde ve Dinar karstlarında kaval yapılarına (rillenkarren) benzer ortamlarda oluşurlar ve onlardan daha büyük olmalarıyla ayrılırlar. Az eğimli yamaçlarda suyun akışı kayaç yüzeylerinde menderesli bir oluk oluşturur, bunlara menderesli oluk yapıları (meanderkarren; Şekil 1e) denir.

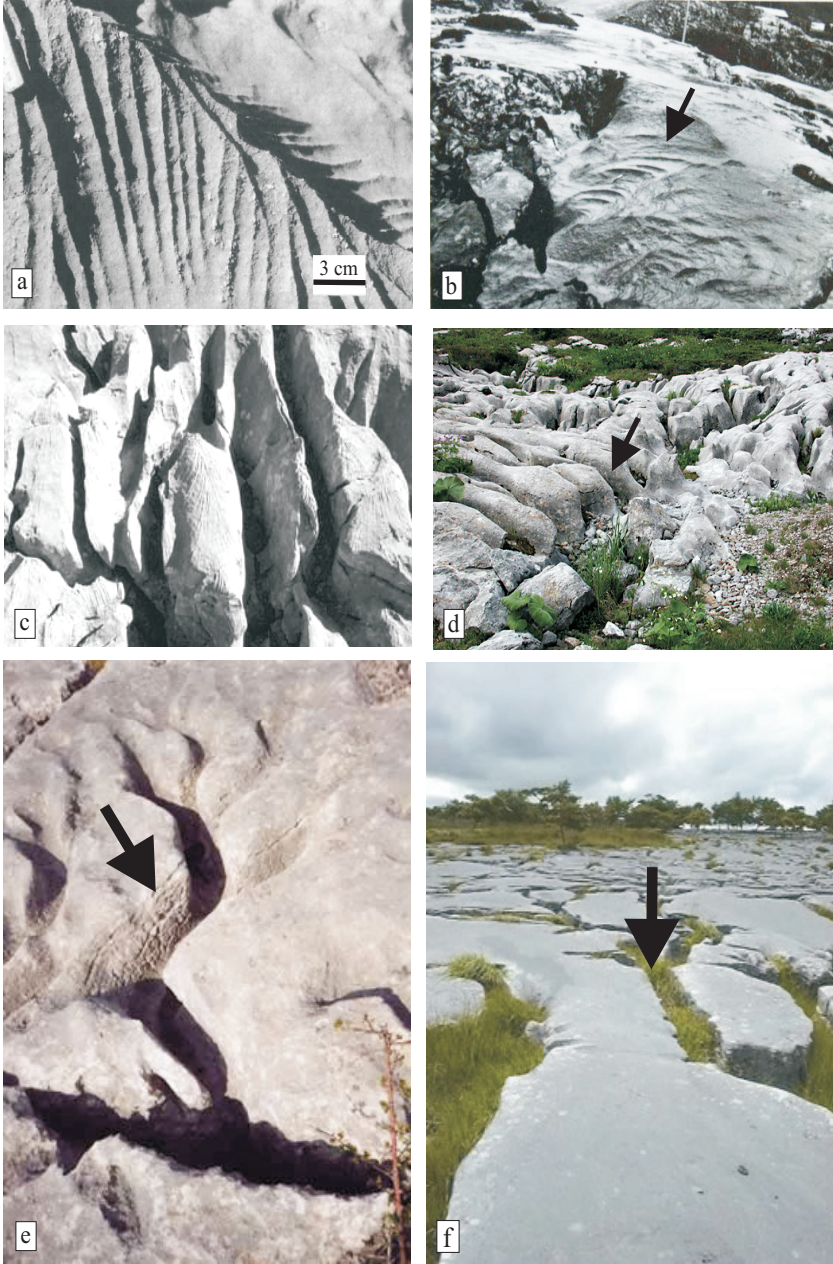
Sivri doruklu karen (spitzkarren; solution spikes; pinnacle karren): Çok değişken ve en az anlaşılmış karen türlerinden biridir. Sivri doruklu karenler; süreksizliklerle sınırlandırılmış masif kayaçların çözünmeyle oyuklu, delikli ve keskin hatlı sivrilmiş ayrık kısımlara bölünmesiyle ortaya çıkan ve peribacalarını andıran küçük ölçekli yapılarıdır (Şekil 1g). Boyları 0,5 ile 3 m arasındadır. Sivri konik kısımlar arasında düzensiz şekilli çözünme çukurlukları bulunur. Konik yükseltelerin aşınarak yok olduğu yerler, yerini keskin kenarlı, tipik süngerimsi karsta bırakır (Öztaş, 1992; Field, 2002).

Yarı yapısı (kluftkarren; solution slots; grikes): Kireçtaşlarında çatlak, kırık, tabaka düzlemleri gibi süreksizliklerin çözünmeyle genişletilmesi sonucu oluşan karen tipidir (Şekil 1f). Yarı yapıları 15-20 cm genişliğinde, cm boyutundan birkaç metre boyutuna değişen derinliğe ve 10 metreye varan uzunluğa sahiptir (White, 1988; Ford ve Williams, 1989; Şahinci, 1991; Öztaş, 1992; Wray, 1997).

Çözünme havuzları (solution pan; rock pool; kamenitza; tinajita): Kireçtaşı yüzeyi üzerindeki düzlüklerde göllenen durgun suların kayacı çözmesiyle oluşan çanak şekilli karstik yapılarıdır (Şekil 1h). Çözünme tavalalarının çapları birkaç cm ile birkaç m ve derinlikleri birkaç mm ile 80 cm arasında değişmektedir. Genellikle yuvarlak, elips veya düzensiz şekilli düzlemsel görünüme ve keskin, dik veya dike yakın, veya aşmalı kenarlara ve düz tabana sahiptir. Kamenitzalarla birlikte genellikle taşkın kanalları da bulunur (Sweeting, 1973; Vincent, 1995).

Çözünme çukurları (solution pits or hollows): Bu tür karen yapıları çözünme havuzlarından (kamenitza) daha küçük çaplı ve daha derin olmalarıyla ayrılır. Genellikle silindirik şekilli çukurluklardır (Şekil 1i). Ayrıca huni

(funnel), koni (conical), kase (bowl) veya düzensiz şekilli olabilir (Vanstone, 1998). Tabanları yuvarlanmış veya sivri görünümlüdür. Tek, grup veya bir hat boyunca dizili olarak bulunabilirler.



Şekil 1

Şekil 1. Küçük ölçekli karstik yüzey yapıları: a) kaval yapısı (rillenkarren; Fiol vd., 1996); b) basamaklı karen yapısı (trittkarren; heelprints; White, 1988); c) çözünme olukları (rinnenkarren; www.gosaunet.at/tipps/wasser-bergeschnee/der-dachstein-eine-vielfaeltige-urlandschaft.htm' den); d) yuvarlanmış oluk yapısı (rounded solution runnels (ok); www.geo.unizh.ch/.../haltepunkt09/1b.htm' den); e) menderesli oluk yapısı (menderesli karen (ok); www.limestone-pavements.org.uk/geology.shtml' den); f) yarık yapısı (ok) (kluftkarren; solution slots; grikes; www.limestone-pavements.org.uk/geology.shtml' den); g) sivridoruklukaren (www.shadow.eas.gatech.edu/kcobb/speleo/Fieldtrip2005.html' den); h) çözünme havuzları (kamenitza) taşkın kanalı ile birlikte (ok), i) çözünme çukurları (oklar).

Figure 1. Small-scale karstic surface features: a) solution flute (rillenkarren; Fiol et al., 1996); b) solution steps (trittkarren; heelprints; White, 1988); c) solution runnels (rinnenkarren; from www.gosaunet.at/tipps/wasser-bergeschnee/der-dachstein-eine-vielfaeltige-urlandschaft.htm); d) rounded solution runnels (rundkarren (ok); from www.geo.unizh.ch/.../haltepunkt09/1b.htm); e) meanderkarren

(ok; from www.limestone-pavements.org.uk/geology.shtml); f) solution slot or grike (kluftkarren (ok); from www.limestone-pavements.org.uk/geology.shtml); g) solution spikes (spitzkarren; pinnacle karren; from www.shadow.eas.gatech.edu/kcobb/speleo/Fieldtrip2005.html); h) solution pan (kamenitza; rock pool; tinajita) with an overflow channel (arrow); i) solution pits or hollow (arrows).

ne-pavements.org.uk/geology.shtml); g) solution spikes (spitzkarren; pinnacle karren; from www.shadow.eas.gatech.edu/kcobb/speleo/Fieldtrip2005.html); h) solution pan (kamenitza; rock pool; tinajita) with an overflow channel (arrow); i) solution pits or hollow (arrows).

YORUM VE TARTIŞMA

Karstlaşma diyajenetik bir olaydır ve belli kayaç gruplarının, özellikle kireçtaşlarının çözünmesini ve buna bağlı olarak oluşan yapıları ifade eden bir terimdir. Kireçtaşlarını oluşturan kalsit minerallerinin çözünmesi ve çökelişi genellikle aşağıda verilen kimyasal reaksiyonla ifade edilmektedir (James ve Choquette, 1984; Dreybrodt, 1988; Ford ve Williams, 1989):



Bu denklemde su içerisindeki CO₂ çözünürlüğü kireçtaşlarının çözünürlüğünü kontrol eden en önemli faktördür. CO₂ çözünürlüğü sıcaklık tarafından kontrol edilmekte ve sıcaklık arttıkça CO₂ çözünürlüğü azalmaktadır (Sweeting, 1973). Çizelge 2'de kalsiyum karbonat (CaCO₃) çözünürlüğünün artan sıcaklıkla azalışı ve artan CO₂ basıncındaki artışı deneysel olarak gösterilmektedir (Sweeting 1973' den Hutchinson 1957). Bütün yağmur suları küçük miktarlardaki CO₂'i atmosferden absorbe etmekte ve toprak suyu büyük miktarlarda biyolojik kökenli CO₂'i içermektedir. Hafifçe asitik yağmur suları kireçtaşlarını çözebilecek özelliktedir. Bu olay yaygın olarak kimyasal bir reaksiyon olarak kabul edilmektedir (White, 1988). Bununla birlikte bazı yazarlar çoğu karstik olayda biyolojik etkinin de önemini vurgulamaktadır (Viles, 1984; Trudgill, 1985; Fiol vd., 1996).

Direk yağış, yüzeysel akış, kanal akışı ve değişik yüzey örtüsü (toprak, kar) altında sızan sular çözünebilir taban kayacının yüzeyinde çok sayıda küçük ölçekli çözünme yapıları oluşturabilir. Bu yapılara karen (karren) adı verilmektedir. Karenler küçük boyutlu (< 10 m) yapılardır, genellikle birinden diğerine geçiş gösterirler ve gelişimlerinde ortamsal ve litolojik etkenler önemlidir. Kaval yapıları (rillenkarren) dik yamaçların veya keskin sırtlı blokların üst kısımlarında oluşur, birbirine paralel ve keskin sırtlarla ayrılan oluklardan meydana gelir.

Çözünme olukları yamaç eğimi yönünde yok olurlar ve uzunlukları yamaç eğimine bağlı olarak artar. Kaval yapıları yüzeysel akışın başlangıç evresinde direk ince su tabakasından çözünme yoluyla düşük hızlarda oluşur (White, 1988; Wray, 1997). Fiol vd. (1996) ise algerin kireçtaşı yüzeylerinin ayrışmasında kayacın yapısını zayıflatarak, küçük partiküllerin yağmur damlalarınınca daha kolay taşınmasını sağladığını ve dolaylı olarak kaval yapılarının oluşumunu kolaylaştırdığını belirtmiştir. Basamaklı yapılar (trittkarren) eğimli yüzeylerin eğiminin azaldığı düzlüklere yakın kısımlarında, yüzey sularının gerileyici aşındırmasıyla yamaç yukarı göç eden kesme basamakları şeklinde oluşurlar. Yarı dairesel şekil at nalı düşme etkisi (horseshoe fall effect) tarafından korunur. Yüzey sularının büyük kısmı topoğrafya iç kısmında yoğunlaşır. Basamağın üst kenarında su yüksek hıza sahiptir. Suyun kalınlığı akış hızıyla dolaylı olarak ilişkilidir. Yüksek akış hızları yeryüzündeki akışa eklenen taze yağışın daha büyük etkisine ve ayrıca atmosferik CO₂'nin difüzyonuna ve daha yaygın aşınmaya neden olur. Çözünme havuzları (kamenitza), yüzey sularının kireçtaşlarının yüzeyindeki düzlüklerde göllenmesi ve kireçtaşlarını eritmesiyle oluşan karstik çukurluklardır (Wray, 1997). Buradaki suların yosunlardan, alglerden ve diğer bitki kalıntılarında organik kökenli CO₂ sağlanması, bu suların yüzey sularına oranla aşındırıcı özellik kazanmasına neden olur (White, 1988). Kanal yapılarından çözünme kanalları (rinnenkarren) yaygındır. Nadiren dallanma veya birleşme gösterirler. Dik eğimli yüzeylerde hemen hemen çizgiseldirler. Yüzey eğimi azaldıkça menderesli (meanderkarren) olma özelliği artar. İnce toprak örtüsü altında oluşan kanal yapıları daha yuvarlanmış şekillere sahiptir. Bunlar rundkarren olarak adlandırılır. Çözünme olukları, bir yamaçta yüzeysel akış veya yıkanmanın yamaç aşağı kanal akışına dönüşmesiyle oluşurlar. Kanal yapıları farklı

eğime sahip yüzeyler üzerinde gelişebilirler. Fazla eğimli yüzeylerde çizgisel özellik gösterirler, birkaç derecelik eğimli yüzeylerde menderesli özelliği artar. Rinnenkarren keskin kenarlı olup, örtüsüz yüzeylerde gelişir. Rundkarrenler yuvarlanmış şekilleriyle rinnenkarrenlerden ayrılırlar, bu toprak altındaki suların oluşmasından dolayıdır. Sivri doruklu karenler (spitzkarren) süreksizliklerle sınırlı masif kayaların çözünmeyle peribacalarını andıran sivri uçlu konik şekilli yapılara dönüşmesiyle oluşurlar (Field, 2002). Bunlar yüzeyde veya toprak örtüsü altında gelişebilir. Toprak örtüsü altında gelişen sivri doruklu karenler daha yuvarlanmış şekillere sahiptir

(White, 1988).Yarık yapıları kayaç içindeki süreksizler boyunca kanalize olan suların çözünmeye bağlı olarak süreksizlikleri genişletmesiyle oluşurlar (Wray, 1997). Çözünme çukurları (solution pits), çözünme havuzlarından (kamenitza) daha küçük çaplı ve daha derin olmalarıyla ayrılır. Bunlar kök boyunca drene edilen suların kayaçları çözdürmesiyle oluşurlar, ayrıca bitkiler organik kökenli CO₂' de sağlarlar (Vanstone, 1998). Miller ve Mitchell (2003) ise çözünme çukurlarının ilerleyici çözünmeyle oluştuğunu belirtmiştir. Çözünme çukurları yüzeyde veya toprak örtüsü altında gelişebilir (Ford ve Williams, 1989).

Çizelge 2. İki önemli CO₂ basıncı için farklı sıcaklıklardaki CaCO₃'ün çözünürlüğü (Sweeting, 1973' den Hutchinson, 1957; s. 25).
Table 2. The solubility of CaCO₃ at various temperatures for two important CO₂ pressures (Hutchinson, 1957 from Sweeting, 1973; p. 25).

Sıcaklık °C	CO ₂ Basıncı	
	0.033 %	0.44 %
0	96	106
5	86	94
10	75	83
15	67	74
20	59	65
25	54	59
29	49	54

SONUÇ

Küçük ölçekli karstik yüzey yapıları (< 10 m) karen olarak adlandırılır. Başlıca karen tipleri; kaval yapısı (rillenkarren), basamak yapısı (trittkarren), çözünme havuzları (kamenitza), çözünme olukları (solution runnuls, rinnenkarren, rundkarren, meanderkarren), sivri doruklu karen (spitzkarren), yarık kareni (kluftkarren) ve çözünme çukurlarıdır (solution pits). Kaval yapısı, basamak yapısı ve çözünme havuzları yüzey sularından ve sırasıyla azalan yüzey eğimlerinde, çözünme olukları eğimli yüzeylerde kanalize sulardan, yarık kareni süreksizliklerin çözünmeyle genişletilmesinden, sivri doruklu karen süreksizliklerle sınırlı masif kayaçların çözünmesiyle ve çözünme çukurları kök boyunca sızan sulardan çözünmeyle yoluyla oluşur. Karen gelişimi yüzey eğimi, yüzey örtüsü ve yapısal süreksizlikler tarafından kontrol edilir. Çıplak yüzeyler üzerinde gelişen karen yapıları ince yüzey örtüsü altında gelişen karenlere oranla daha keskin şekiller sunar.

KATKI BELİRTME

Yazar, makaleye katkılarından dolayı Yrd. Doç.Dr. Cüneyt Güler'e ve dergi hakemlerine teşekkür eder.

KAYNAKÇA

- Bögli, A. 1960, Kalklösung und Karrenbildung. Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementary issue 2, Internationale Beiträge zur Karstmorphologie 4-21.
- Bögli, J. 1980: Karst hydrology and physical speleology. Springer, Berlin, 285.
- Dreybrodt, W., 1988: Process in karst systems: physics, chemistry, and geology. Springer-Verlag, Berlin, 288 p.
- Esteban, M. Klappa, C.F. 1983: Subaerial exposure environment. In: Scholle, P.A., Bebour, D.G. Moore, C.H. (Eds.): Carbonate Depositional Environments. American Association of Petroleum Geologists Memoir 33, 1-54.
- Field, M.S., 2002, A lexicon of cave and karst terminology with special reference to environmental karst hydrology. U.S. Environmental Protection Agency, National Center for Environmental Assessment- Washington Office, Washington, 214 p. (<http://www.karstwaters.org/files/glossary.pdf>)
- Fiol, L.I., Fornos, J.J., and Gines, A., 1996, Effects of biokarstic process on the development of solutional rillenkarren in limestone rocks. Earth Surface Processes and Landforms, 21, 447-452.
- Ford, D.C. and Williams, P.W., 1989, Karst Geomorphology and Hydrology. Chapman Hall, London, 601 p.
- Gams, I., 1993, Origin of the term karst, and the transformation of the classical karst (kras). Environmental Geology 21/3, 110-114.
- Hutchinson, G.E., 1957, A Treatise on Limnology. Wiley, London,
- James, N.P. Choquette, P.W. 1984: Diagenesis 9. Limestones- The meteoric diagenetic environment. Geoscience Canada, 11, 161-194.
- Miller, D.J. and Mitchell, S.F., 2003. Palaeokarstic surfaces in the upper Cretaceous limestones of central Jamaica. Cretaceous Research 24, 119-128.
- Molina, J.M., Ruiz-Ortiz, P.A. Vera, J.A. 1999: A review of polyphase karstification in extensional tectonic regimes: Jurassic and Cretaceous examples, Betic Cordillera, southern Spain. Sedimentary Geology 129, 71-84.
- Öztaş, T. 1992: Karst and karstification features of the surrounding area of Boğsak karst spring (Mersin-Taşucu). Jeoloji Mühendisliği Dergisi 41, 118-130.
- Sweeting, M.M., 1973, Karst Landforms. Columbia University Pres, New York, 362 p.

- Şahinci, A., 1991, Karst. Reform Matbaası, İzmir, 173 s.
- Trudgill, S. 1985, Limestone geomorphology. Longman, London, 196 p.
- Vanstone, S.D., 1998, Late Dinantian palaeokarst of England and Wales: implications for exposure surface development. *Sedimentology* 45, 19-37.
- Viles, H.A. 1984: Biokarst: review and prospect. *Progress in Physical Geography* 8, 523-542.
- Vincent, P., 1995, Limestone pavements in the British Isles: A review. *Geographical Journal* 161, 265-274.
- White, W.B., 1988, *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*. Oxford University Press, Oxford, 464 p.
- Wray, R.A.L., 1997, A global review of solutional weathering forms on quartz sandstones. *Earth Science Reviews* 42, 137-160.
- Wright, V.P., 1982, The recognition and interpretation of paleokarsts: two examples from the Lower Carboniferous of South Wales. *Journal of Sedimentary Petrology* 52, 83-94.
- www.gosaunet.at/tipps/wasser-berge-schnee/der-dachstein-eine-vielfaeltige-urlandschaft.htm.
- www.geo.unizh.ch/.../haltepunkt09/1b..htm.
www.limestone-pavements.org.uk/geology.shtml.
- www.shadow.eas.gatech.edu/edu/kcobb/speleo/Fieldtrip2005.html