

“MIT Açık Ders Malzemeleri

<http://ocw.mit.edu>

12.163./12.463 Yeryüzü Süreçleri ve Yüzey Şekillerinin Evrimi

2004 Güz

Bu materyallerden alıntı yapmak veya Kullanım Şartları hakkında bilgi almak için

<http://ocw.mit.edu/terms> ve <http://tuba.acikders.org.tr> sitesini ziyaret ediniz.”

VII. Temel Kayası Kanalları : Aşınım Oranları ve Boyuna Profiller

Temel Kayası kanalları aktif olarak kayaçları yararlar. Yarılım/Aşınım oranları akışkanın (ve akışkan tarafından taşınan sediman araçlarıyla) aşındırma gücü yada taban kayasını ayırması ile tanımlanır. Bu durumda (daha yaygın olan) birçok karmaşık temel kaya-alüvyal kanallarında bu ayırım çok net olmamasına rağmen, taşınımı sınırlı kanallardan uzak konumda bulunurlar.

Taşıma kapasitesi : Q_c

Sediman akışı (flux) : Q_s

Q_s / Q_c oranı çok küçük

Erozyon ayrılma yeteneği yada temel kayalarını aşındırma gücü ile kontrol edilir, $\frac{\partial q_s}{\partial x}$ ile sınırlı değildir.

Bununla birlikte erozyon, çok hızlı arttığı yerlerden ziyade, makaslama kuvvetinin en yüksek olduğu yerlerde en yüksektir. Daha fazla bilgi ve ayrıntı için Whipple, 2004, Annual Reviews in Earth and Planetary Sciences, makalesini görünüz.

A. Basit (Kökensel-süreçsiz-spesifik) Detaşman-Sınırlı Oyulma Modelinin Çözümü

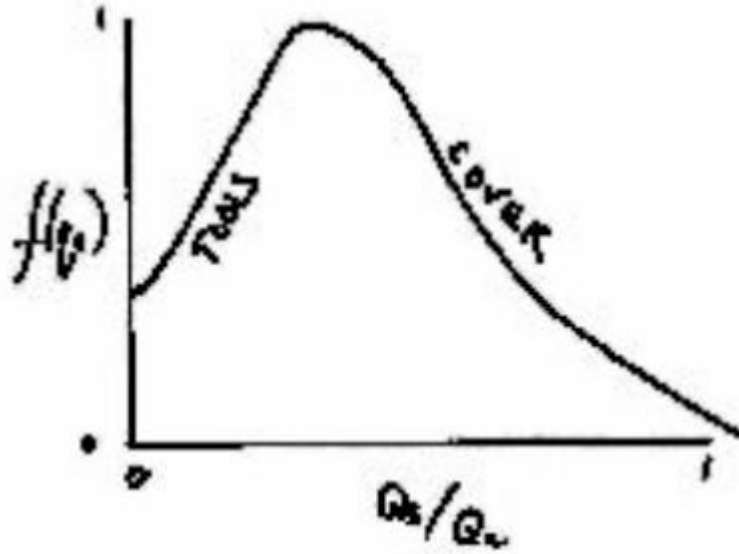
Kavram:

Makaslama Kuvveti Modeli: erozyon makaslama kuvvetinin büyüklüğü ile orantılıdır (aşağıdaki tüm kavramlar birim nehir gücünde doğrudan karşılaştırılabilir)

$$E = k_b (\tau_b^a - \tau_c^a) \quad \text{or} \quad E = k_b (\tau_b - \tau_c)^a$$

$$k_b = k_e f(q_s); \quad k_e = \text{optimum sediman yüklenimindeki aşındırıcı etkendir.}$$

Hipotetik (kuramsal) $f(q_s)$ fonksiyonunun çizimi;



Kütlenin Korunumu (su)

$$Q = \bar{u}hW$$

Momentumun Korunumu (sabit uniform akış):

$$\tau_b = \rho ghS$$

$$\tau_b = \rho C_f \bar{u}^2$$

Amaç : τ_b değerini eğim ve boşalığa göre yazınız.

Kütlenin korunumunu (su) kullanınız, sürtünme (friksiyon) bağıntısına bölünüz:

$$\tau_b = \rho C_f Q^2 (Wh)^{-2}$$

Makaslama kuvveti eşitliğini akış derinliğine kullanır ve yukarıdaki eşitliğe bölersek,

$$\tau_b^3 = \rho^3 g^2 C_f Q^2 (W)^{-2} S^2$$

$$\tau_b = \rho g^{2/3} C_f^{1/3} (Q/W)^{2/3} S^{2/3}$$

elde edilir. Bu değer,

$$\tau_b = k_t (Q/W)^\alpha S^\beta \text{ olarak yazılabilir.}$$

Burada $kt = \rho g^\alpha C_f^{\alpha/2}$; $\alpha = \frac{2}{3}, \beta = \frac{2}{3}$ (Genelleştirilmiş Darcy-Weisbach friksiyon bağıntısıdır);

$$\varepsilon = \frac{3}{5}, \beta = \frac{7}{10} \text{ (Manning)}$$

Kanal Genişlik Kapanımı

Hidrolik geometrisinin empirik bağıntısı (eğer W 'nin direkt ölçümleri yoksa kanal genişliği kapanımı kullanılır):

$W = k_w Q^b$; $b \sim 0.5$ değeri hem alüvyal hem de temel kayası nehirlerinde tipik bir değerdir.

Makaslama kuvveti için bağıntıya bölersek;

$$\tau_b = k_t k_w^{-\alpha} Q^{\alpha(1-b)} S^\beta$$

Drenaj Havza Hidrolojisi

Çakılsız nehirlerle uygulamak için, havza hidrolojisi için empirik bağıntıyı kullanınız.

$$Q = k_q A^c$$

$0.7 \leq c \leq 1.0$ tipiktir ($C < 1$ değeri, fırtına boyutu < havza boyutunu ifade etmektedir. Kısa süreli fırtına, düzenli olmayan (non-uniform) ppt, yer altı suyu kayıpları, taşkın ovasındaki depolanmalar vb.)

Yukarıdakileri Nehir Gücü Aşınım Modelini elde etmek için bir araya toplarsak

Makaslama kuvvetini bulmak için bağıntıya bölünüz

$$\tau_b = k_t k_w^{-\alpha} k_q^{\alpha(1-b)} A^{\alpha c(1-b)} S^\beta$$

İlgili taşkındaki $\tau_c \ll \tau_b$ durumu için hepsini toplayınız. $E = k_e f(q_s) \tau_b^a$ bağıntısı çok iyi bilinen "Nehir Gücü Aşınım Modelini" vermektedir.

$$E = KA^m S^n$$

$$n = \beta a; m = \alpha ac(1-b)$$

$$K = k_e f(q_s) k_w^{-\alpha a} k_q^{\alpha a(1-b)} k_t^a$$

$$\frac{m}{n} = \frac{\alpha}{\beta} c(1-b) ;$$

Genelleştirilmiş Darcy-Weisbach friksiyon bağıntısı için $\frac{\alpha}{\beta} = 1$ dir.

$m/n \sim 0.5$ daha geniş aralıktaki nehir aşınım süreçleri için karakteristiktir ve makaslama kuvveti (yada birim nehir gücü) ile birlikte belli bir güce erişir. Eğer aşınım (erozyon) süreçleri makaslama kuvvetinde ($a=1$) lineerse, nehir gücü aşınım modelinde beklenen matematiksel üstler modeli aşağıdaki gibidir.

$$m \sim 1/3, n \sim 2/3.$$

Empirik Saha Desteği

Howard ve Kerby, 1983, GSA Bülteni: "Empirical study of river incision into weak rocks in badlands over ~20 years."

$$\frac{dz}{dt} = 0.11A^{.44} S^{.68} ; R^2 = .85$$

(50 veri noktası)

95 % güven aralığında : $0.06 < K < .21; .38 < m < .51; .58 < n < .78$

Niçin Akarsu Gücü? Akarsu Gücü Nedir? Birim Akarsu Gücü?

Temel kayası kanal aşınımı ve sediman taşınımı birim yatak alanı için (birim akarsu gücü ω) potansiyel enerji tüketimi oranına ölçeklendirilmiştir.

$$E = k_b \omega^a$$

Akarsu gücü birim kanal uzunluğu için potansiyel enerji tüketimi oranıdır.

Bir akarsu boyunca noktalar arasındaki potansiyel enerjideki fark :

$$\Delta P_e = \rho V g \Delta z \text{ dir.}$$

Dolayısıyla, birim kanal uzunluğundaki (Δx) P_e 'nin değişim oranı:

$$\frac{\Delta P_e}{\Delta t \Delta x} = \frac{\rho V g \Delta z}{\Delta t \Delta x} = \rho g Q \frac{\Delta z}{\Delta x} = \rho g Q S = \Omega$$

Formüldeki $\theta = V / \Delta t$ ve Ω birim uzunluktaki akarsu gücü için kullanılmaktadır.

Bu nedenle birim yatak alanı (Ω) için akarsu gücü :

$$\omega = \frac{\Omega}{W} = \frac{\rho g Q S}{W} \text{ 'dur.}$$

Birim akarsu gücü gerçekte doğrudan makaslama kuvveti ile ilişkilidir:

$$\omega = \frac{\rho g Q S}{W} = \frac{\rho g \bar{u} h W S}{W} = \rho g h S \bar{u} = \tau_b \bar{u}$$

Ortalama hızın doğrudan yatak makaslama kuvvetine bağlı olduğunu da hatırlayınız.

$$\tau_b = \rho C_f \bar{u}^2 \text{ or } \bar{u} = \sqrt{\frac{\tau_b}{\rho C_f}}$$

Bu nedenle;

$$\omega = \tau_b \bar{u} = \frac{\tau_b^{3/2}}{\sqrt{\rho C_f}} = \frac{\rho g Q S}{W}$$

bağıntısı ortaya çıkmaktadır.

Bununla beraber, bir erozyon birim akarsu gücünün fonksiyonudur ve yukarıdaki bağıntıdan hidrolik geometrisi ile havza hidrolojisini kullanarak aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$E = k_b \omega^a$$

$$E = KA^m S^n$$

$$n = a; m = ac(1 - b)$$

$$K = k_e f(q_s) k_w^{-a} k_q^{a(1-b)} \rho^a g^a$$

$$\frac{m}{n} = c(1 - b)$$

Daha önce olduğu gibi, $m/n \sim 0.5$. Eğer erozyon süreçleri birim akarsu gücü ($a=1$) için lineer ise, akarsu gücü aşınım modelindeki beklenen matematiksel üstler aşağıdaki gibidir.

$$m \sim 1/2, n \sim 1.$$

Sonuç olarak, birim akarsu gücündeki lineer erozyon, 3/2 güce erişen makaslama kuvvetine orantılı erozyonla özdeştir. Diğer bir deyişle fark, temel önermedeki a üssünün değerinin tümünü kapsar $E = k_e f(q_s) \tau_b^a$.

B. Kütleinin Korunumu (Kayaç): Profil Evrimi

Şimdi, bir temel kayası kanalındaki evrim eşitliği için kayadaki kütleinin korunumu ile ilgilenebiliriz:

$$\frac{\partial z}{\partial t} = U - E = U - KA^m S^n$$

Denge durumunda, $U = E$ olursa $\frac{\partial z}{\partial t} = 0$ yazılır. Bu durumda $U = KA^m S^n$ yazabiliriz.

Bu doğrudan denge durumundaki nehir eğimi için kullanılır.

$$S = \left(\frac{U}{K} \right)^{\frac{1}{n}} A^{-\frac{m}{n}}$$

Bu nedenle, yersel kanal eğimi ve akarsu yukarı drenaj alanı arasındaki güç yasası bağıntısı tahmin edilir: $\log S$ grafiğindeki doğru bir çizgi ile eğimli $\log A - m/n$ 'dir (konkavlık indeksi) ve kesişirler $(U/K)^{1/n}$ (eğim indeksi) (bu, eğer U , K , m ve n uzaysal olarak tekdüze (uniform) ise doğrudur... $K = K(q_s) = K(x)$ olduğu durumda profil konkavlığına ne olur.

Denge Durumu Boyuna Kanal Profili

Yukarıdaki bağıntının integralini alarak denge durumundaki nehrin boyuna profili için bir eşitlik ortaya koyabiliriz:

$$-\frac{\partial z}{\partial x} = S = \left(\frac{U}{K}\right)^{\frac{1}{n}} A^{\frac{m}{n}}$$

İntegralini almak için, A 'nın nehir boyunca uzanımını (x) yazmamız gerekir. Hack kuralı olarak bilinen (Hack 1957) kaba empirik bir bağıntı buna imkan verir :

$A = k_a x^h$; bağıntıda k_a yaklaşık 6.7 ve h yaklaşık 1.67 tipik değerlerdedir.

Çıkarıp her iki tarafın integralini alırsak;

$$\int \frac{\partial z}{\partial x} = -\int \left(\frac{U}{K}\right)^{\frac{1}{n}} k_a^{\frac{m}{n}} x^{\frac{hm}{n}}$$

$$z(x) = -\left(\frac{U}{K}\right)^{\frac{1}{n}} k_a^{\frac{m}{n}} \left(1 - \frac{hm}{n}\right)^{-1} x^{\left(1 - \frac{hm}{n}\right)} + C ; \quad \frac{hm}{n} \neq 1$$

$$z(x) = -\left(\frac{U}{K}\right)^{\frac{1}{n}} k_a^{\frac{m}{n}} \ln(x) + C ; \quad \frac{hm}{n} = 1$$

Entegralin sabitini bulmak için, alt seviye $x = L$ 'de $z = z(L)$ 'dir.

$$z(L) = -\left(\frac{U}{K}\right)^{\frac{1}{n}} k_a^{-\frac{m}{n}} \left(1 - \frac{hm}{n}\right)^{-1} L^{\left(1 - \frac{hm}{n}\right)} + C$$

$$z(x) = \left(\frac{U}{K}\right)^{\frac{1}{n}} k_a^{-\frac{m}{n}} \left(1 - \frac{hm}{n}\right)^{-1} \left[L^{\left(1 - \frac{hm}{n}\right)} - x^{\left(1 - \frac{hm}{n}\right)} \right] + z(L) \quad ; \quad \frac{hm}{n} \neq 1 \quad ; \quad x_c \leq x \leq L$$

$$z(x) = \left(\frac{U}{K}\right)^{\frac{1}{n}} k_a^{-\frac{m}{n}} [\ln(L) - \ln(x)] + z(L) \quad ; \quad \frac{hm}{n} = 1 \quad ; \quad x_c \leq x \leq L$$

Bağıntıda, x_c (tipik olarak 200-1000 m) çamur akıntısı aşındırmasında ve yamaç eğimi süreçlerinde (toprak akması, heyelanlar vb.) baskın olan flüviyal süreçlerdeki bölünmedeki mesafeyi ifade eder.

Drenaj Havzalarının Flüviyal Rölyefi

Flüviyal rölyef aşağıdaki bağıntı ile verilmektedir.

$$R_f = z(x_c) - z(L) = \left(\frac{U}{K}\right)^{\frac{1}{n}} k_a^{-\frac{m}{n}} \left(1 - \frac{hm}{n}\right)^{-1} \left[L^{\left(1 - \frac{hm}{n}\right)} - x_c^{\left(1 - \frac{hm}{n}\right)} \right] \quad ; \quad \frac{hm}{n} \neq 1$$

$$R_f = z(x_c) - z(L) = \left(\frac{U}{K}\right)^{\frac{1}{n}} k_a^{-\frac{m}{n}} [\ln(L) - \ln(x_c)] \quad ; \quad \frac{hm}{n} = 1$$

U ve K hariç, hepsi geometrik değişkendirler, dolayısıyla formül aşağıdaki gibi basitleştirilebilir.

$$R_f = z(x_c) - z(L) = \beta \left(\frac{U}{K}\right)^{\frac{1}{n}}$$

Formüldeki β değerinin tektonik, litolojik ve iklimsel koşullarla bir miktar değişebileceği beklenir ve aşağıdaki formülle verilir :

$$\beta = k_a \frac{m}{n} \left(1 - \frac{hm}{n}\right)^{-1} \left[L^{\left(1 - \frac{hm}{n}\right)} - x_c^{\left(1 - \frac{hm}{n}\right)} \right] ; \frac{hm}{n} \neq 1$$

$$\beta = k_a \frac{m}{n} [\ln(L) - \ln(x_c)] ; \frac{hm}{n} = 1$$

Kanal Profilleri ve Flüviyal Rölyef – Empirik Geometrik Sabitler

Yukarıda elde edilen tüm değerler temel kayası aşınımını olduğu denge durumu koşullarında akarsu gücü modeli ile tanımlanmaktadır ve U, K, m ve n uzaysal olarak tekdüzedir (benzer tektonik ortam, iklim, litoloji ve erozyon/aşınım süreci) –oldukça kısıtlı varsayımlar dizisi. Bununla beraber, nehir profilleri nehir yukarısı drenaj alanı ve kanal gradyanı arasındaki bir güç-yasası bağıntısını izlediği yaygın olarak gözlenmektedir.

$$S = k_s A^{-\theta}$$

Formülde k_s sarplık indeksini, θ konkavlık indeksini göstermektedir.

Böylece profil oluşumu ve flüviyal rölyefle ilgili yukarıdaki türetmeler, bu empirik olarak gözlenmiş kanallar için de tekrarlanabilir ve yukarıdaki varsayımlar listesi ile doğrudan bağlantılı olmayan benzer bağıntılara ulaşır. Örn. Bu bağıntılar akarsu gücü nehir aşınım modeli olmasa dahi geçerlidir :

$$z(x) = k_s k_a^{-\theta} (1 - h\theta)^{-1} \left[L^{(1-h\theta)} - x^{(1-h\theta)} \right] + z(L) ; h\theta \neq 1 ; x_c \leq x \leq L$$

$$z(x) = k_s k_a^{-\theta} [\ln(L) - \ln(x)] + z(L) ; h\theta = 1 ; x_c \leq x \leq L$$

$$R_f = z(x_c) - z(L) = \beta k_s$$

$$\beta = k_a^{-\theta} (1 - h\theta)^{-1} \left[L^{(1-h\theta)} - x_c^{(1-h\theta)} \right] ; h\theta \neq 1$$

$$\beta = k_a^{-\theta} [\ln(L) - \ln(x_c)] ; h\theta = 1$$

C. Nehir Oyulma Süreçleri

Powerpoint Sunumu: Fiziksel Erozyon Süreçleri; artı erozyon süreçlerinin ortalama yatak makaslama kuvvetleri ile nasıl orantılı olduğuna dair sabitler üzerine ders (Örn. üst a değeri farklı süreçler için nedir).

Sunum Sırasında Tartışılan Konular

Temel Kayasındaki Nehir Aşınımı:

- Süreç Geçişinin Etkileşimi
 - Yolunma, aşınım (temel kayası & asılı yükleme), Oyulma (?), Ayrışma
- Girdap akıntısı makro-pürüzlülük süreçleri
 - Ortalama yatak makaslama kuvveti ile bağıntısı?
- Oyulma/Taşkın sıklığı için Kritik kuvvet
- Kanal morfolojisi/yatak durumunun düzenlemesi
- Nasıl çizgisel olmayan? İklimle ilişkisi?

D. Akarsu Gücü Nehir Aşınım Modelinin Zayıflığı

- Oyulma/aşınımında kritik makaslama kuvvetini dikkate almayınız (ilgili taşkınlarda aştığı varsayılır)
- Üst a ve k_b bilinmiyor ve süreçlerin aktifliğine bağlıdır
- k_b sediman akışına bağlı olmalıdır – ayrıntılar net değil
- dengeli ve tekdüze bir akışı öngörür, fakat erozyonun çoğunluğu yersel akış hızları ve nehrin şelale oluşturduğu (knickpoint) yerlerle ilgilidir. S hangi ölçekte ölçülmelidir?
- Pürüzlülük uzaysal olarak (akış derinliğiyle) sabit varsayılır
 - Kanal genişliği için model yoktur, sadece hidrolik geometrisini izleyerek tahmin edilir.
 - Taşkın sıklığının net bir iyileştirme yöntemi yoktur
 - Ortalama taşkınlarda havza hidrolojisi ($Q \sim A^c$) en iyisidir. Daha öte olaylar noktasal kaynaklı olaylar olabilir.
 - Dar açı tahmini eğimli dağ kanallarında ve akarsuyun yüksek eğim kazandığı/şelale yaptığı yerlerde kullanılmaz (fakat diğer olaylarla karşılaştırmasında çok az miktarda kullanılır)

E. Geçici Profil Oluşumu ve Yüzey Şeklinin Tepkime Süresi (Denge durumu için süre)

İlksel denge durumunda olan ve hem kayaç yükselim oranında (U) hem de iklimde (K) ani basamak değişimine sahip bir yüzey şeklinin tepkimesini ele alın. Geçici profil yamaçta ani bir değişimle ayrılan iki bölümden oluşur – bir şelale noktası (knickpoint). Şelale aşağı, kanal profili yeni koşullara uyum sağlar (U_f ve/veya K_f ile denge durumu); şelale yukarı ise, kanal profili eski denge durumu koşullarını yansıtır (U_i ve/veya K_i ile denge durumu). Profil, alt segment $x = X_c$ yada $z(x_c) = z_f(x_c)$ olduğunda denge durumuna ulaşır.

Denge durumu için gerekli olan zaman $x=x_c$ 'deki yüksekliğin $x=c$ 'deki yükseliğin değişim oranının toplam değişimin oranı ile tanımlanmaktadır.

$$T = \frac{\text{distance}}{\text{velocity}} = \frac{z_f(x_c) - z_i(x_c)}{\partial z(x_c)/\partial t}$$

Denge durumunda yukarıdaki bağıntıdan :

$$z_i(x_c) = \beta \left(\frac{U_i}{K_i} \right)^{\frac{1}{n}} \quad ; \quad z_f(x_c) = \beta \left(\frac{U_f}{K_f} \right)^{\frac{1}{n}}$$

$$\beta = k_a \frac{m}{n} \left(1 - \frac{hm}{n} \right)^{-1} \left[L^{\left(1 - \frac{hm}{n} \right)} - x_c^{\left(1 - \frac{hm}{n} \right)} \right] \quad ; \quad \frac{hm}{n} \neq 1$$

$$\beta = k_a \frac{m}{n} [\ln(L) - \ln(x_c)] \quad ; \quad \frac{hm}{n} = 1$$

Bağıntısını elde ederiz.

Daha öte gidersek, geçici profil oluşumdan aşağıdaki bağıntıyı elde ederiz:

$$\partial z(x_c)/\partial t = \text{const} = U_f - E_i(K_f/K_i) = U_f - U_i(K_f/K_i)$$

Sadece U'daki değişim için $K_f/K_i = 1$; K'daki değişim için ise $U_f = U_i = U$

Bu şekilde, yükselimdeki fraksiyonel değişim ve erozyon katsayısını aşağıdaki gibi tanımlarız.

$$f_U = U_f/U_i \quad ; \quad f_K = K_f/K_i$$

$x = x_c$ durumunda yükseklik değişim oranını

sadece U'daki değişim için, $\partial z(x_c)/\partial t = U_i(f_U - 1)$

sadece K'daki değişim için, $\partial z(x_c)/\partial t = U(1 - f_K)$ yazabiliriz.

Böylece sistem tepkime zamanı basitce aşağıdaki gibi verilir.

$$T_U = \frac{z_f(x_c) - z_i(x_c)}{\partial z(x_c)/\partial t} = \frac{\beta K_i^{\frac{-1}{n}} U_i^{\frac{1}{n}-1} \left(f_U^{\frac{1}{n}} - 1 \right)}{(f_U - 1)}$$

$$T_K = \frac{z_f(x_c) - z_i(x_c)}{\partial z(x_c)/\partial t} = \frac{\beta K_i^{\frac{-1}{n}} U_i^{\frac{1}{n}-1} \left(f_K^{\frac{-1}{n}} - 1 \right)}{(1 - f_K)}$$

Varsayımlar :

$$x_c \neq f(U, K); L \gg x_c \rightarrow \beta = \text{sabit}$$

$$S_i = k_{si} A^{-\theta}, S_f = k_{sf} A^{-\theta} \text{ konkavlık sabiti, } k_s \text{ yükselme oranının fonksiyonudur}$$

$$\text{Akarsu güç modeli için; } k_{si} = \left(\frac{U}{K_i}\right)^{1/n}, k_{sf} = \left(\frac{u}{K_f}\right)^{1/n}$$

Şelale (knickpoint) üzerinde eğim değişmemektedir.

Keskin şelale yada göl oluşumu korunmaktadır \Rightarrow akış yukarı bilgi bulunmamaktadır.

Tu 1Ma (katları şeklinde)

Düşey Şelale (knickpoint) Hızı

Anaç: Yukarıdaki tepkime süresi için verilen çözümü düşey knickpoint hızını çözmek için kullanınız. Anahtar : Knickpoint (z' 'de) havza çıkışından yeni denge durumundaki flüviyal rölyefin tüm uzanımı boyunca aynı zaman dilimi içerisinde, flüviyal kanal ağzının en son noktasına kadar uzanır... Yukarıda elde edilen değere eşit olan bu tepkime zamanı tanımını kullanınız (aynı şeyi belirtmek için iki yol vardır):

$$T_U = \frac{\Delta z_{\text{knick}}}{V_{kp}} = \frac{z(x_c)_f}{V_{kp}} = \frac{\beta K^{-\frac{1}{n}} (U_f^{\frac{1}{n}} - U_i^{\frac{1}{n}})}{U_f - U_i}$$

$$z(x_c)_f = \beta K^{-\frac{1}{n}} U_f^{\frac{1}{n}}$$

Şelale (knickpoint) hızını bulmak için kullanın:

$$V_{kp} = \frac{U_f^{\frac{1}{n}} (U_f - U_i)}{U_f^{\frac{1}{n}} - U_i^{\frac{1}{n}}} = \frac{f_U^{\frac{1}{n}} U_i (f_U - 1)}{f_U^{\frac{1}{n}} - 1}$$

Formüldeki $f_U = U_f / U_i$

Bu nedenle $n=1$ iken, $V_{kp} = U_f$ 'dir.

Geçici, U yükselir, K azalır \Rightarrow şelale (knickpoint) sabit düşey oranda akış yukarı hareket eder (hepsi bir havza içerisinde aynı eşyükselti eğrileri üzerinde uzanır)

Δ Litoloji \Rightarrow sabitlenmiş şelale (knickpoint)

Δ Yükselme (bir fay boyunca) \Rightarrow sabitlenmiş şelale (knickpoint)

Powerpoint sunumu: Taşınma-sınırlı ve ayrılma-sınırlı modellerin ayırıcı geçici davranışları

F. İleri Konular: Süreç-Özel Aşınım Modeli; Kritik Makaslama Kuvveti ve Taşkın Sıklık Dağılımları

Yatakyükü Aşınım (Değişim) Düzlemsel Yatak (yumuşak)

Sklar ve Dietrich, 2004, WRR

$$E = \frac{w_{si}^2 Q_s}{2\epsilon_v W L_s} \left(1 - \frac{Q_s}{Q_c}\right)$$

$$L_s, Q_s, Q_c = f(\tau_b)$$

$Q_s = \beta_g AU$, β_g yatak yüklü sedimanın fraksiyonudur.

Asılı Yükleme ile Aşınım

$$E_{as} = \frac{S_a q_{ke}}{\rho_r}$$

Formülde ρ_r kayaç yoğunluğu, S_a aşınım duyarlılığı (ϵ_v) ve q_{ke} tabakayı sıkıştıran parçacıkların kinetik enerji akışıdır.

$$q_{ke} = \frac{1}{2} \rho_r c_v u_p^2 \cdot u_p \propto u_p^3 \propto u_w^3 \text{ formüldeki } u_p \text{ parçacık hızıdır.}$$

Asılı taşınım;

$$c_v \propto u_w^2, q_{ke} \propto u_w^5, E_a \propto u_w^5 \propto \tau_b^{5/2}, a \cong 5/2$$

Formülden aşağıdaki bağıntıyı çıkarabiliriz.

$$1 \leq a \leq \frac{5}{2}, n = \frac{2}{3}a, \frac{2}{3} \leq n \leq \frac{5}{3}, \tau_b > \tau_c$$

Kritik Makaslama Kuvveti ve Taşkın Sıklık Dağılımı:

Tucker ve Bras, 2000, WRR (daha fazlası için stochastic_storms_bedrock_chns.ppt dosyasına bakınız)

Snyder ve diğ. 2003, JGR

Tucker, 2004, ESPL

Yukarıdaki konularla ilgili Powerpoint sunumları.