



ÜLKEMİZE UYGUN HİDROLOJİK, SU KALİTESİ VE EKOLOJİK MODELLERİN GELİŞTİRİLMESİ PROJESİ

KAPANIŞ TOPLANTISI
17 Aralık 2019
Ankara

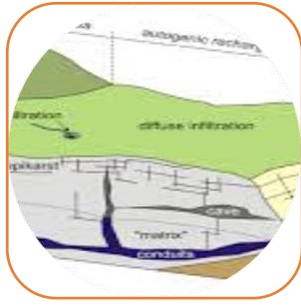
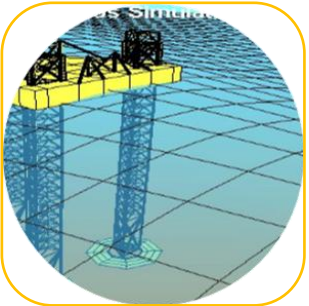


Hidrolojik Modül

**Hidrodinamik
Modül**

**Hidrojeolojik
Modül**

**Su Kalitesive
Eko. Modülü**



Hidrolojik Modül

Görevi

Bir havzadaki hidrolojik çevrimin sızma, buharlaşma, evapotranspirasyon, yüzeysel akış ve yeraltı akışı gibi tüm bileşenlerini modelleyerek suyun zaman ve mekan boyutunda miktarını hesaplamak.

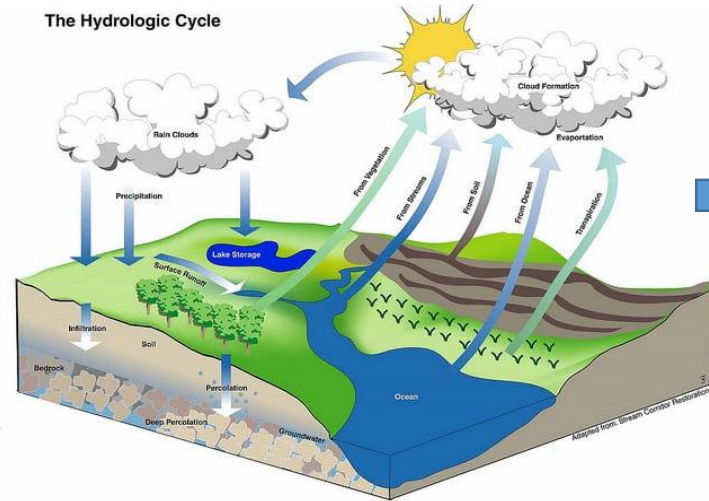
Özellikleri

- Hidrotürk paketinin merkez modülü
- Diğer tüm modüllerden bağımsız yada entegre çalışabilir.
- Süreç modellerini (sızma, buh, vs) seçenelelendirmek mümkün.

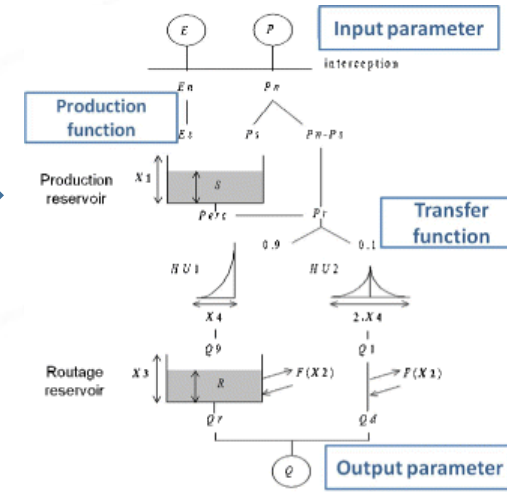
- **Hidrolojik Modülün Tasarımı:** gerçek dünyadaki hidrolojik çevrimin sadeleştirilip, basitleştirilerek formüle edilmiş kopyası.
 - Sadeleştirme: Tematik bileşenlere ayırmak
 - Basitleştirme: Kavramsallaştırarak kompleks süreçleri anlaşılır hale getirme
 - Formüle etme: Fizik kanunlarına dayanan genelleştirilmiş matematiksel ifadeler haline dönüştürmek.



Gerçek dünya



Sadeleştirme



Basitleştirme

Si $P_k \geq E$, alors $P_n = P_k - E$ et $E_n = 0$,
Si $P_k < E$, alors $P_n = 0$ et $E_n = E - P_k$

$$P_s = \frac{X1 \cdot (1 - (\frac{2 \cdot X_k}{X1})^2) \cdot \tanh(\frac{P_n}{X1})}{1 + \frac{2 \cdot X_k}{X1} \cdot \tanh(\frac{P_n}{X1})} \quad \text{et} \quad E_s = \frac{S_k \cdot (2 - \frac{2 \cdot X_k}{X1}) \cdot \tanh(\frac{E_n}{X1})}{1 + (1 - \frac{2 \cdot X_k}{X1}) \cdot \tanh(\frac{E_n}{X1})}$$

$$S' = S_k + P_s - E_s,$$

$$Perc = S' \cdot \left\{ 1 - \left[1 + \left(\frac{4 \cdot S}{9 \cdot X1} \right)^4 \right]^{-1} \right\}, \quad S_{k+1} = S' \cdot Perc$$

$$Perc + (P_n - P_s)$$

$$Si \ 0 \leq j \leq X_4, SH1(j) = \left(\frac{j}{X_4} \right)^{\frac{5}{2}}; \quad Si \ j > X_4, SH1(j) = 1$$

$$Si \ 0 \leq j \leq X_4, SH2(j) = \frac{1}{2} \left(\frac{j}{X_4} \right)^{\frac{5}{2}};$$

$$Si \ X_4 \leq j \leq 2X_4, SH2(j) = 1 - \frac{1}{2} \left(2 - \frac{j}{X_4} \right)^{\frac{5}{2}};$$

$$Si \ j > 2X_4, SH2(j) = 1$$

$$UH1(j) = SH1(j) - SH1(j-1)$$

$$UH2(j) = SH2(j) - SH2(j-1)$$

$$Q9(k) = 0.9 \cdot \sum_{j=1}^k UH1(j) \cdot Pr(k-j+1),$$

$$Q1(k) = 0.1 \cdot \sum_{j=1}^k UH2(j) \cdot Pr(k-j+1)$$

$$F = X2 \cdot \left(\frac{R_k}{X3} \right)^{\frac{5}{2}}; \quad R' = \max(0; R_k + Q9(k) + F)$$

$$Qr = R' \cdot \left\{ 1 - \left[1 + \left(\frac{R'}{X3} \right)^4 \right]^{-1} \right\}; \quad R_{k+1} = R' - Qr$$

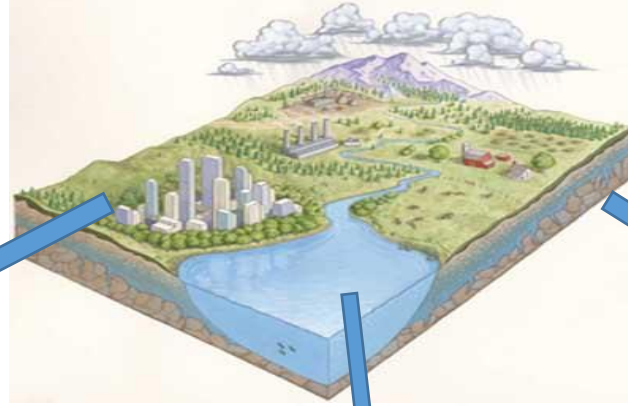
$$(DP) \quad \begin{cases} Qd = \max(0; Q1(k) + F); \\ Q(k) = Qr + Qd \end{cases}$$

- X1: Capacity of the reserve of routing (mm);
- X2: Coefficient of underground exchanges (mm),
- X3: Capacity of the reserve of routing (mm),
- X4: Basic time of the unit hydrogramme (j)

Formüle etme

Gerçek dünyadan yağış-akış modelinin gelişimi

Hidrolojik Modülün Tematik (Coğrafi) Bileşenleri



Arazi Bileşenleri

- Havza
- Alt Havza (AH)
- Hidrolojik İşlem Birimi (HİB)

Drenaj Ağı Bileşenleri

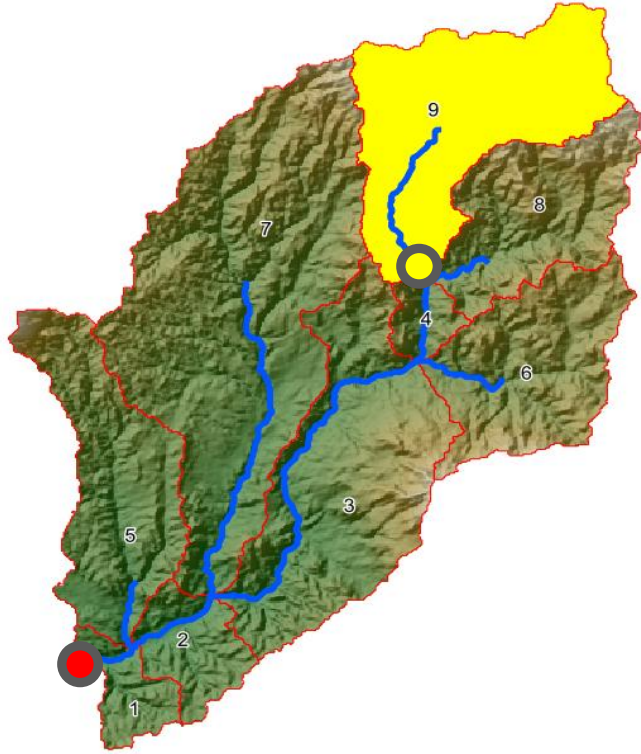
- Akarsu kütleleri
- Durgun Su Kütleleri (Doğal/Suni Göller)


Yeraltı Bileşenleri

- YAS Kütleleri (Akiferler)

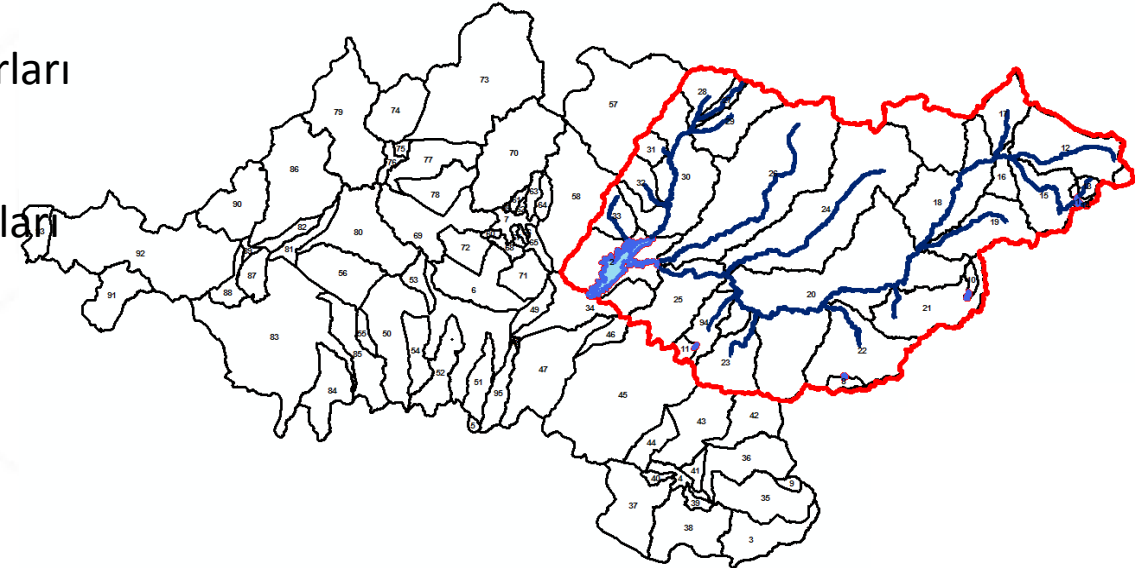
Arazi Bileşenleri

Havza-Althavza



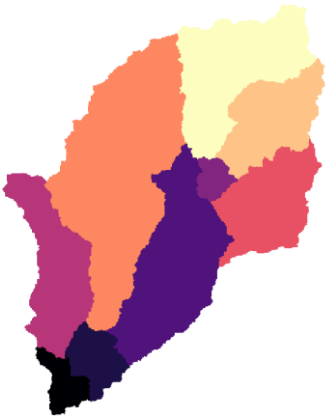
-  Havza Sınırları
-  Alt Havza Sınırları
-  Su Kütlesi
-  Alt havza çıkışları
-  Havza çıkışı

Havza ve alt havzalar kullanıcı tarafından çeşitli şekillerde tanımlanabilmektedir. Drenaj noktası tanımlayarak farklı büyüklüklerde, drenaj alan sınırı koyarak benzer büyüklükte alt havzalar tanımlanabilmektedir.

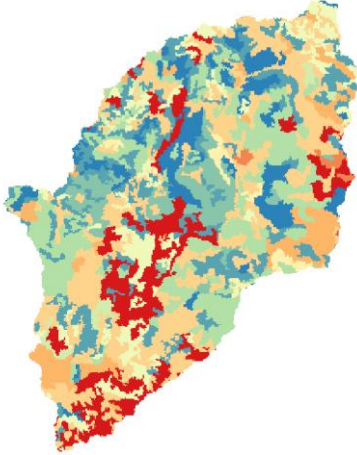


Arazi Bileşenleri

Hidrolojik İşlem Birimi (HİB)



Alt Havzalar



Arazi Kullanımı



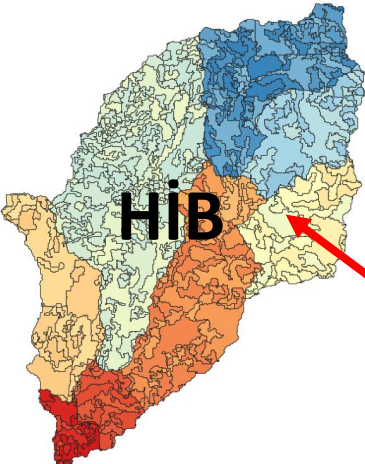
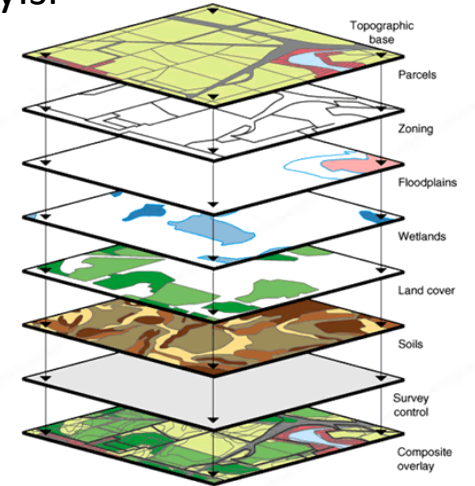
Toprak Yapısı

Hidrolojik İşlem Birimi

Havzaya ait arazi kullanımı, toprak yapısı, topoğrafya, vs gibi tematik CBS katmanlarının üst üste çakıştırılmasıyla (kesişim) elde edilen **en küçük homojen arazi parçasıdır.**

Tematik katman sayısı arttıkça HİB sayısı artmaktadır.

Alt havzalar düzensiz geometrili HİB lerden oluşmaktadır.

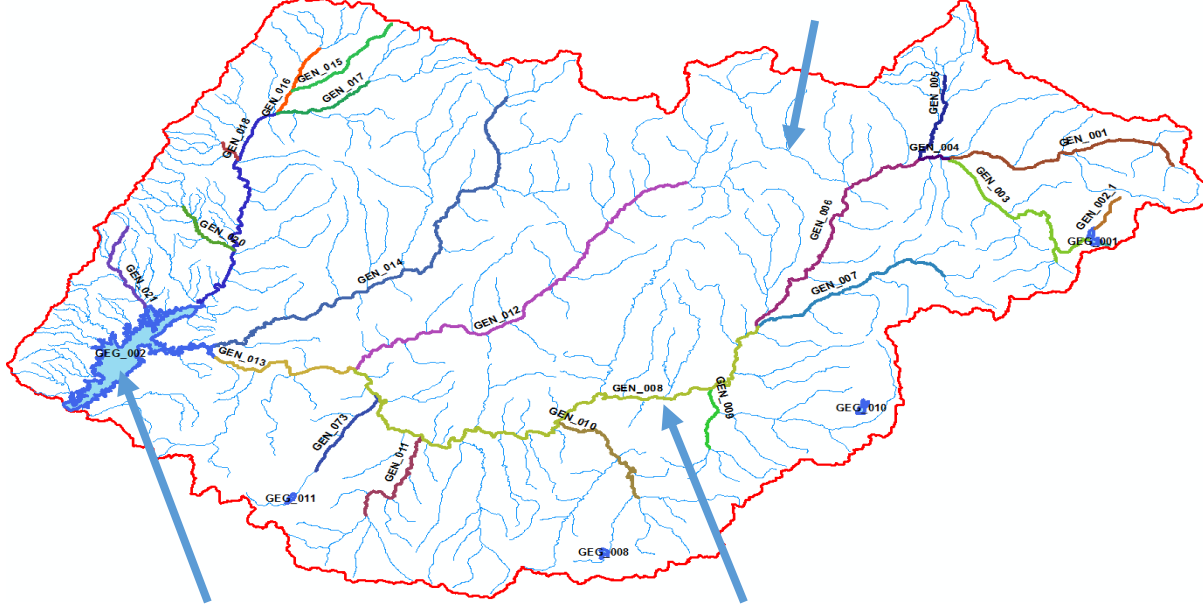


Sadece alt havza arazi kullanımı ve toprak katmanı ile oluşan HİB ler.

fid	pixelvalue	alt_havza	arazi_kull	toprak
53	47	47	6	29
54	44	44	6	24
55	45	45	6	26
56	34	34	5	25
57	35	35	5	26
58	32	32	5	21
59	33	33	5	24
60	38	38	6	12
61	39	39	6	15
62	36	36	5	20

Drenaj Ağı Bileşenleri

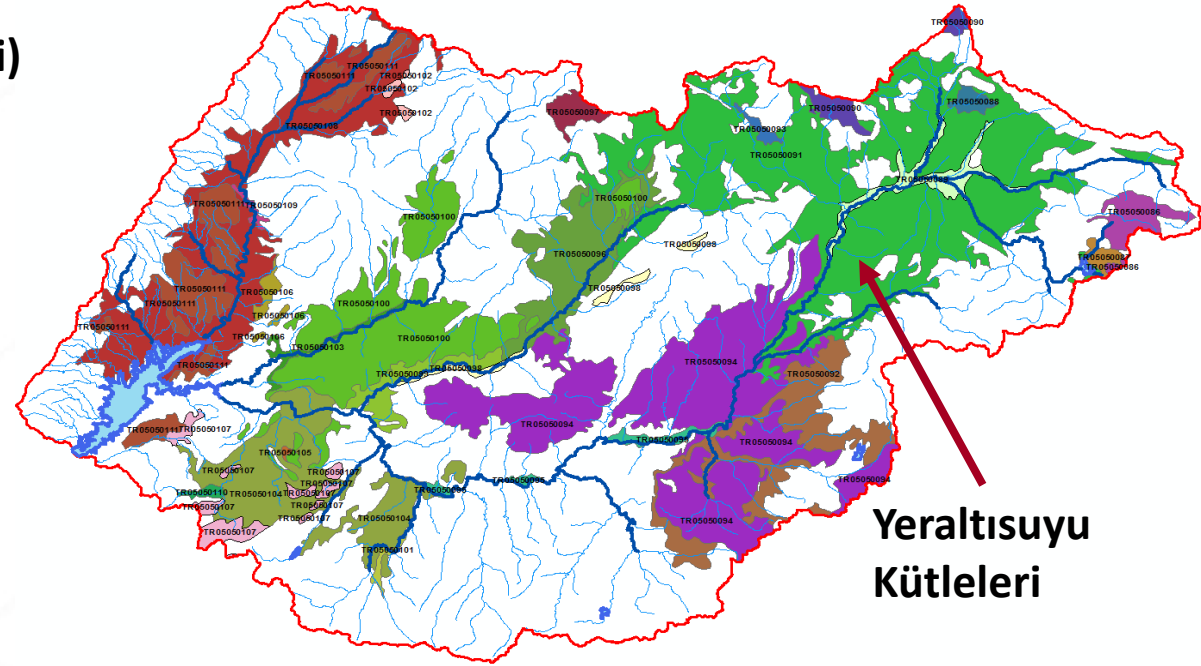
Yan Dereler (Akarsu kütesinin yanıl girdileri)



Doğal / Suni Göller

Akarsu Kütleleri

Yeraltı Bileşenleri



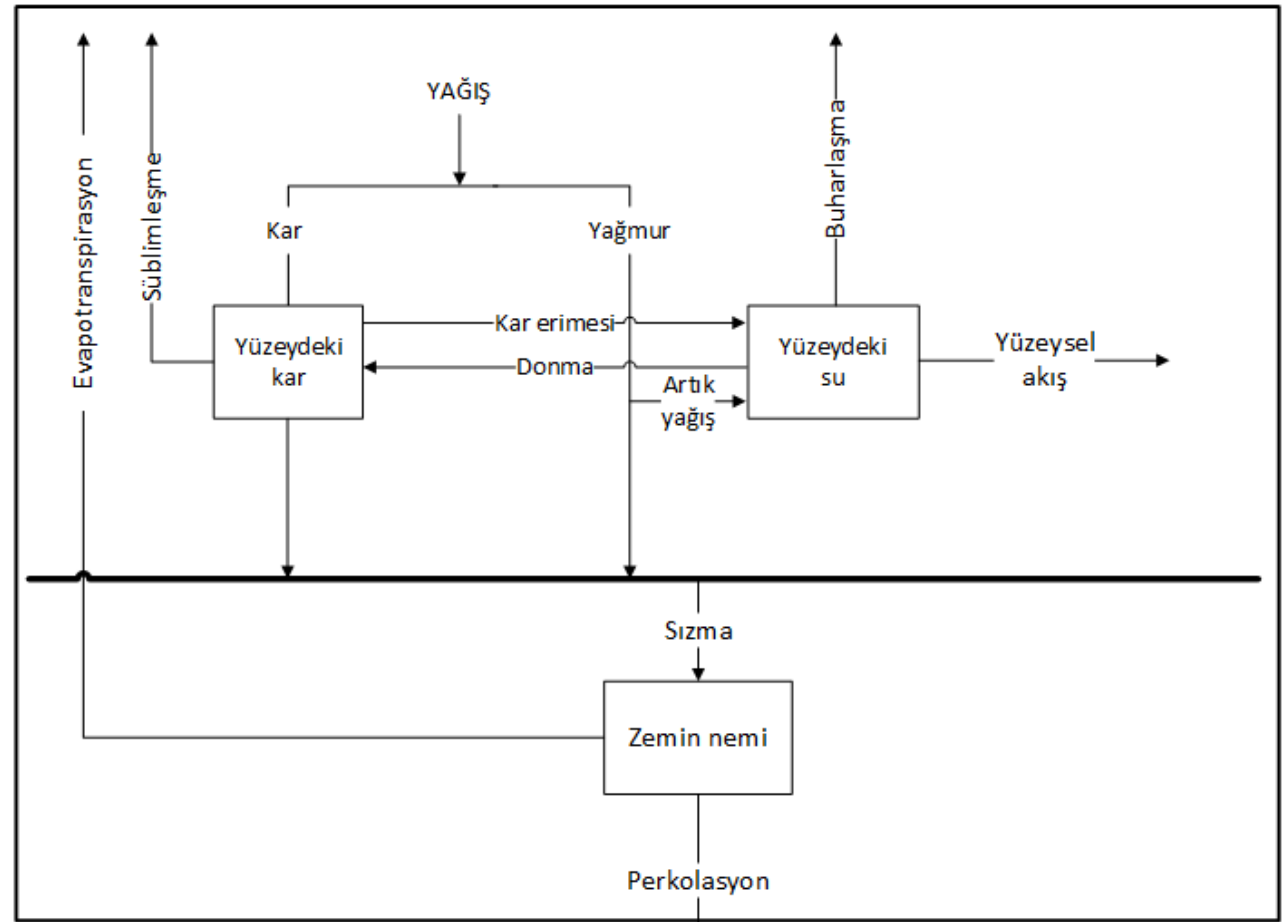
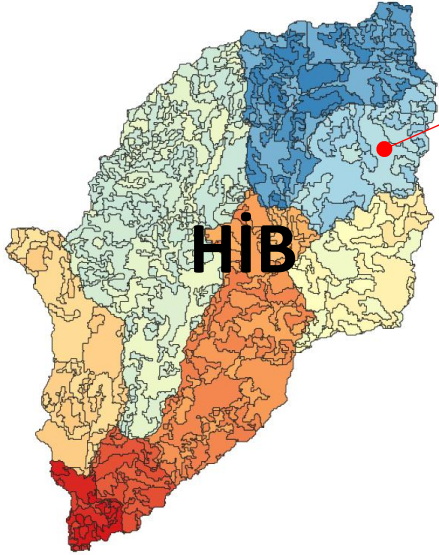
Yeraltısuyu
Kütleleri



Hidrolojik Modülün Süreçleri

Hidrolojik İşlem Birimlerindeki Süreçler
Kavramsal Model

Hidrolojik Kavramsal Model (HİB Seviyesinde)



Hidrolojik İşlem Birimi

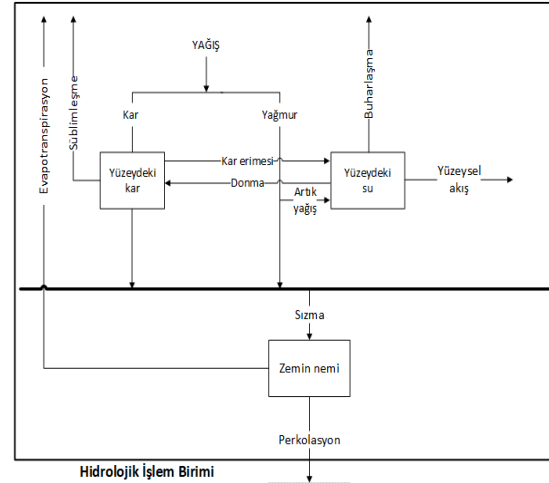
□ Su rezervi

→ Su akışı

□

Not: Kesikli çizgi ile gösterilen su rezervi ve akışlar yeraltısuyu akım modülü çalıştırılmazsa hidroloji modülü tarafından hesaplanacaktır.

Hidrolojik Kavramsal Model (Althavza Seviyesinde)



- Hidrolojik İşlem Birimi**
- Su rezervi
 - Su akışı
 - Not: Kesikli çizgi ile gösterilen su rezervi ve akışlar yeraltı suyu akım modülü çalışmazsa hidroloji modülü tarafından hesaplanacaktır.

\sum HİB
Althavza ötelemesi

\sum Taban Akışı
Akifer

Althavza Çıkış Akımları

Su Kütlelerinde Öteleme

Mansap Su Kütleleri

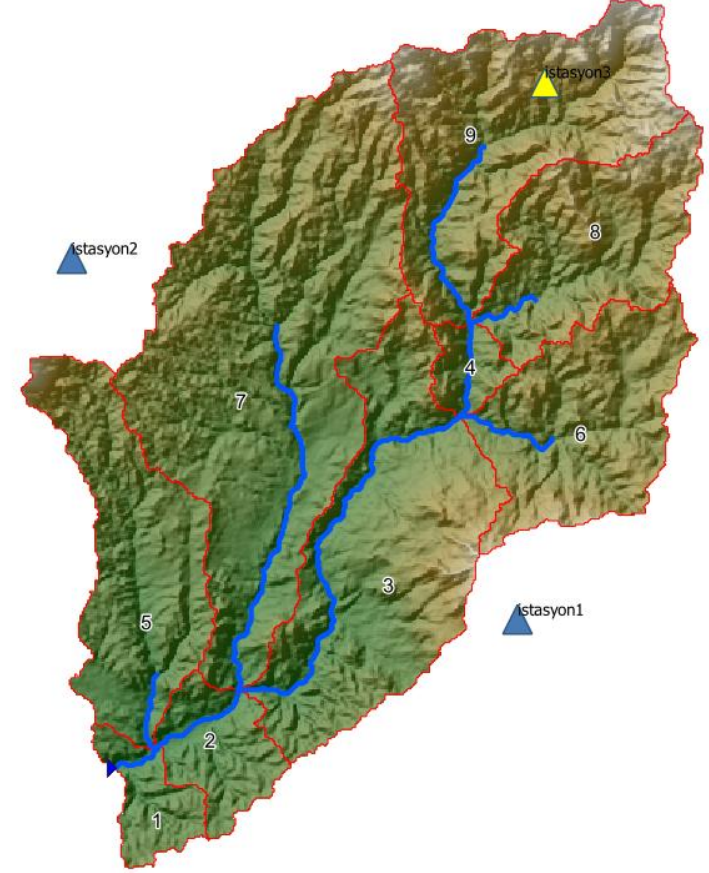


Hidrolojik İşlem Birimlerindeki Süreçler

1. Yağış
2. Kar Erimesi
3. Buharlaşma
4. Evapotranspirasyon
5. Yüzeysel Akış ve Sızma
6. Perkolasyon
7. Taban Akışı

1. Yağış

- Hidrolojik modül yağışı **yağmur** ve **kar** olarak ikiye ayırmaktadır.
 - Hava sıcaklığının bir fonksiyonu olarak toplam yağış yağmur veya kar olarak hidrolojik modül tarafından belirlenmektedir.
- Yağış ve diğer meteorolojik koşullar her HİB'e otomatik olarak atanmaktadır.



2. Kar Erimesi

Derece-Gün Yöntemi

$$M = DF \cdot (T_a - T_s)$$

$$M = 0$$

$$R = CFR \cdot DF \cdot (T_s - T_a)$$

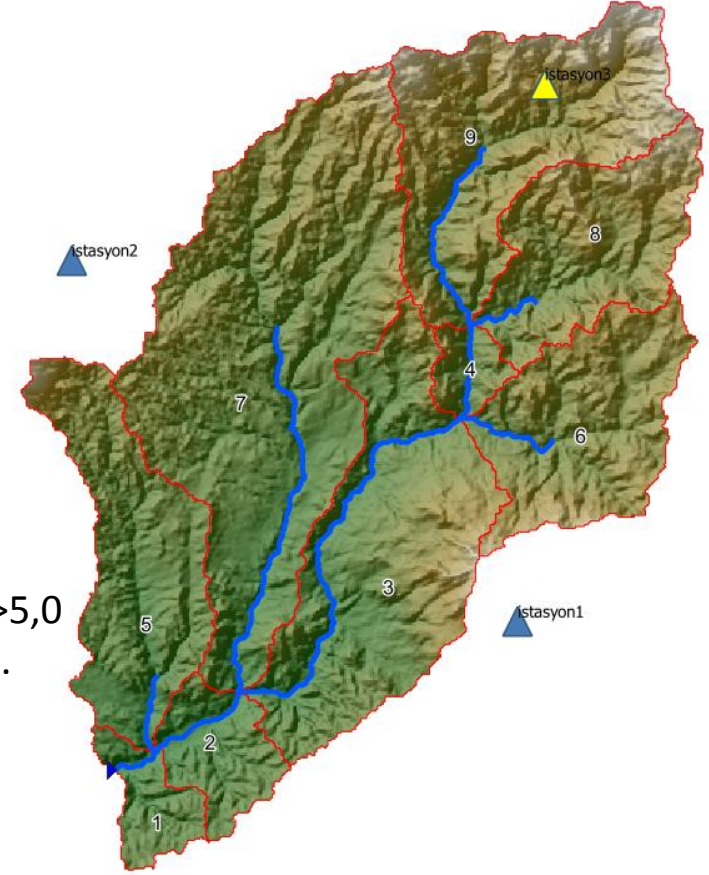
$$T_a > T_s$$

$$T_a = T_s$$

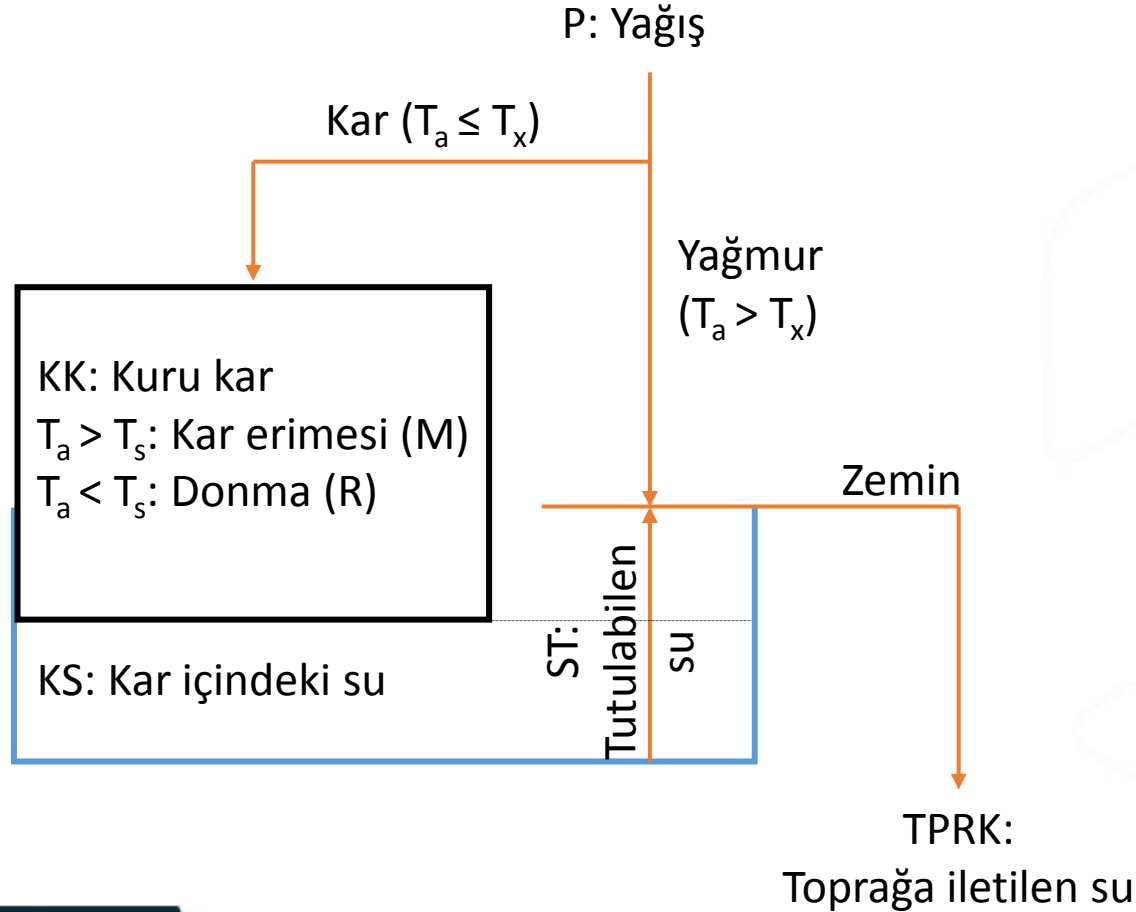
$$T_a < T_s$$

M kar erimesi (mm/gün), DF derece – gün faktörü (mm/°C/gün), T_a günlük ortalama sıcaklık (°C), T_s eşik sıcaklık (°C).

DF (Derece-Gün Faktörü) ormanlık alan için 0,5-2,0; açık alan için 2,0-5,0; buzul için >5,0 alınır. R kar kütlesi içindeki donan su miktarı (mm/gün); CFR birimsiz donma katsayısı.



2. Kar Erimesi



P: Yağış

T_a : Ortalama hava sıcaklığı

T_x : Kar/Yağmur oluşumu sıcaklığı

T_s : Kar erime sıcaklığı

DF: Derece-Gün faktörü

KK: Kuru kar

CWH: Kar içinde tutulabilen su yüzdesi

ST: Tutulabilen su = KK . CWH

M: Kar erimesi = DF . ($T_a - T_s$)

R: Donma = CFR . DF . ($T_s - T_a$)

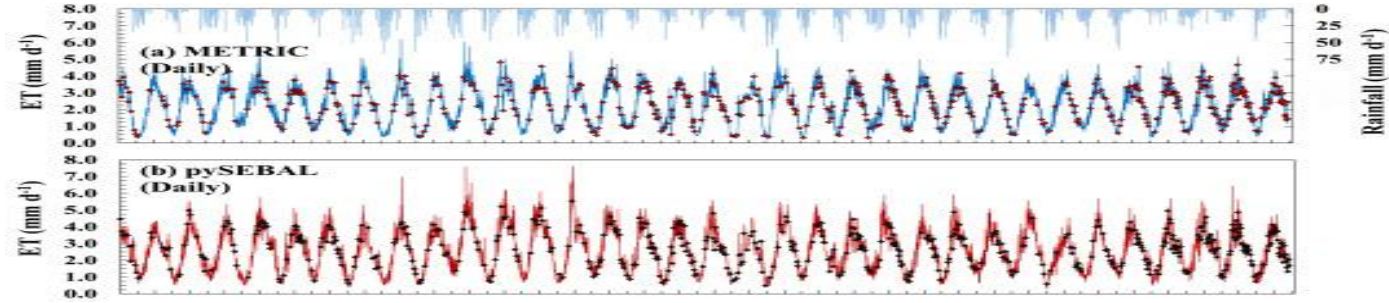
Eğer $KS > ST$, $TPRK > 0$

3. Buharlaştırma

Kullanıcı Tanımlı Günlük Buharlaştırma Zaman Serileri	Kullanıcı, günlük buharlaştırma değerlerini modül dışında kendi seçeceği bir yöntemle hesaplayıp, modüle günlük zaman serisi olarak verebilir.
Penmann / Penman-Monteith Yöntemi ile Serbest Su Yüzeyinden Buharlaştırma Hesabı	$E = \frac{\Delta R_n + \gamma W (e_s - e_a)}{\lambda \rho \left(\Delta + \gamma \left(1 + \frac{r_s}{r_a} \right) \right)}$ $W = \left(\frac{1500}{r_a} \right), \quad r_a = 208 / U_2$ <p>E: (mm gün-1), Δ (kPa °C -1) buhar basıncı eğrisinin T_{ort} (°C) sıcaklığındaki eğimi, R_n (MJ m-2 gün -1) su yüzeyindeki net radyasyon, γ (kPa °C -1) psikrometrik sabit, U_2 2 m yüksekteki rüzgâr hızı (m sn-1), e_s (kPa) havanın doymuş buhar basıncı, e_a havanın buhar basıncı (kPa), ρ (=1000 kg L-1) suyun yoğunluğu, r_s (sn m-1) yüzey direnci (su yüzeyinden buharlaşmada 0), r_a (sn m-1) aerodinamik direnç</p>

4. Evapotranspirasyon (ET)

4.1 Mevcut Zaman Serileri



4.2 Penman / FAO 56 Penman-Monteith Yöntemiyle Referans Evapotranspirasyon Hesabı

$$ET_{ref} = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

ET_{ref} Referans evapotranspirasyon (mm/gün), Δ Buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa/°C), R_n Net radyasyon (MJ/m²/gün), G Toprak ısı akısı (MJ/m²/gün), γ psikrometrik sabit (kPa/°C), T ortalama hava sıcaklığı (°C), u_2 2 m yüksekteki rüzgâr hızı (m/sn), e_s doymun buhar basıncı (kPa), e_a havanın buhar basıncı (kPa)

4. Evapotranspirasyon (ET)

4.3 Priestley-Taylor Yöntemiyle Referans ET Hesabı	$ET_{ref} = \alpha \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} \left(\frac{R_n}{\lambda} \right)$ <p>α yüzey albedo katsayısı ($\alpha = 1.74$ (Kurak Bölgeler; RH < %60 en kurak ayda) $\alpha = 1.26$ (Sulak Bölgeler)), Δ buhar basıncı eğrisinin T_{ort} sıcaklığındaki eğimi, R_n net güneş radyasyonu, λ hal değiştirme ısı</p>
4.4 Hargreaves Yöntemiyle Referans ET Hesabı	$ET_{ref} = 0.0023 \frac{R_a}{\lambda} \sqrt{(T_{maks} - T_{min})(T_{ort} + 17.8)}$ <p>T_{maks} ve T_{min} ortalama aylık maksimum ve minimum sıcaklıklar. R_a güneş radyasyonu, λ hal değiştirme ısı</p>
4.5 Blaney-Criddle Yöntemiyle Referans ET Hesabı	$ET_{ref} = p (0.46 T_{ort} + 8.13)$ <p>$p = \frac{N_j}{\sum_{i=1}^{365} N_i} 100$; $N_i = \omega_i \left(\frac{24}{\pi} \right)$ p:günlük güneşli saat/yıllık güneşli saat</p>

5. Yüzeysel Akış ve Sızma

5.1. SCS Eğri Numarası (CN) Yöntemi

$$\text{Yağış} > 0,2 \cdot S_1 \text{ ise; } \quad \text{Yüzeysel Akış} = \frac{(\text{Yağış} - 0,2 \cdot S_1)^2}{\text{Yağış} + 0,8 \cdot S_1}$$

$$\text{Değilse; } \quad \text{Yüzeysel Akış} = 0$$

$$S_1 = 25,4 \cdot \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

CN_I ve CN_{III} eğri numaraları hesabı:

$$CN_I = \frac{4,2 \cdot CN_{II}}{10 - 0,058 \cdot CN_{II}}$$

$$CN_{III} = \frac{23 \cdot CN_{II}}{10 + 0,13 \cdot CN_{II}}$$

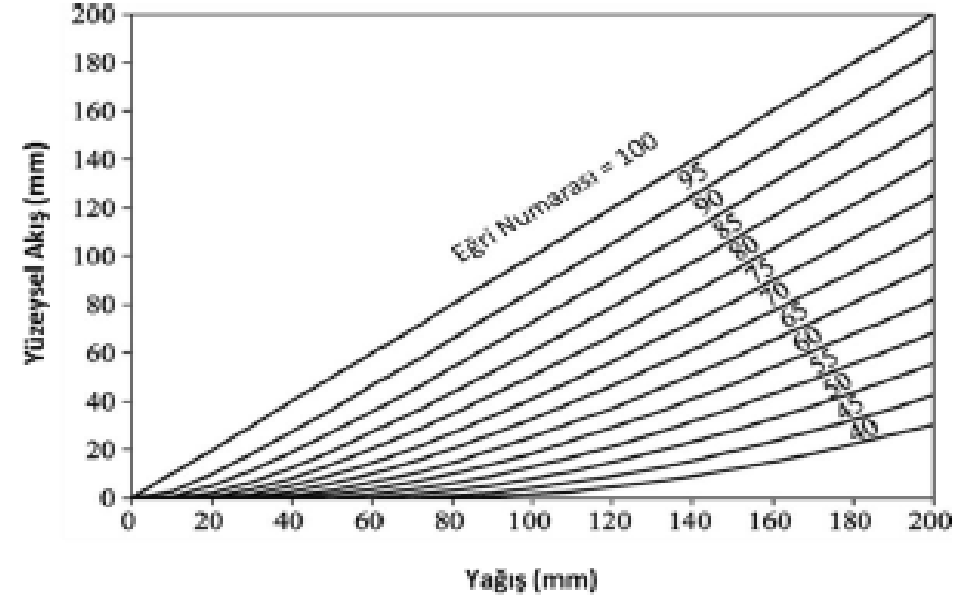
(a) Zemin nemi ≤ Solma Noktası ise: $CN = CN_I$

(b) Solma Noktası < Zemin Nemi < Tarla Kapasitesi ise:

$$CN = CN_I + \frac{(CN_{III} - CN_I) \cdot (\text{Zemin Nemi} - \text{Solma Noktası})}{\text{Tarla Kapasitesi} - \text{Solma Noktası}}$$

(c) Zemin Nemi ≥ Tarla Kapasitesi ise:

$$CN = CN_{III}$$



Eğri Numarası Yöntemine Göre Yağış-Akış İlişkisi

5. Yüzeysel Akış ve Sızma

5.2. Green-Ampt Yöntemi

Sızma hızı	$f(t) = K_e \cdot \left(1 + \frac{\psi_{wf} \cdot \Delta\theta_v}{F(t)} \right)$	K_e etkin sızma hızı (mm/saat), ψ_{wf} ıslanan bölgenin matrik potansiyeli (T/L), $\Delta\theta_v$ ıslatma bölgesi boyunca nem içeriğinin değişimi (boyutsuz)
------------	---	--

$$F(t) = F(t - \Delta t) + K_e \cdot \Delta t + \psi_{wf} \cdot \Delta\theta_v \cdot \ln \left(1 + \frac{F(t) + \psi_{wf} \cdot \Delta\theta_v}{F(t - \Delta t) + \psi_{wf} \cdot \Delta\theta_v} \right)$$

$F(t)$ özinelemeli (iteratif) olarak çözülecektir. Δt zaman adımı.

$$K_e = \frac{56.82 \cdot K_{sat}^{0.286}}{1 + 0.051 \cdot \exp(0.062 \cdot CN)} - 2$$

$$\psi_{wf} = 10 \exp \left[6,5309 - 7,32561 \cdot \phi_{toprak} + 0,001583 \cdot m_c^2 + 3,809479 \cdot \phi_{toprak}^2 + 0,000344 \cdot m_s \cdot m_c - 0,049837 \cdot m_s \cdot \phi_{toprak} + 0,001608 \cdot m_s^2 \cdot \phi_{toprak}^2 + 0,001602 \cdot m_c^2 \cdot \phi_{toprak}^2 - 0,0000136 \cdot m_s^2 \cdot m_c - 0,003479 \cdot m_c^2 \cdot \phi_{toprak} - 0,000799 \cdot m_s^2 \cdot \phi_{toprak}^2 \right]$$

$$\Delta\theta_v = \left(1 - \frac{SW}{FC} \right) \cdot (0,95 \cdot \phi_{toprak})$$

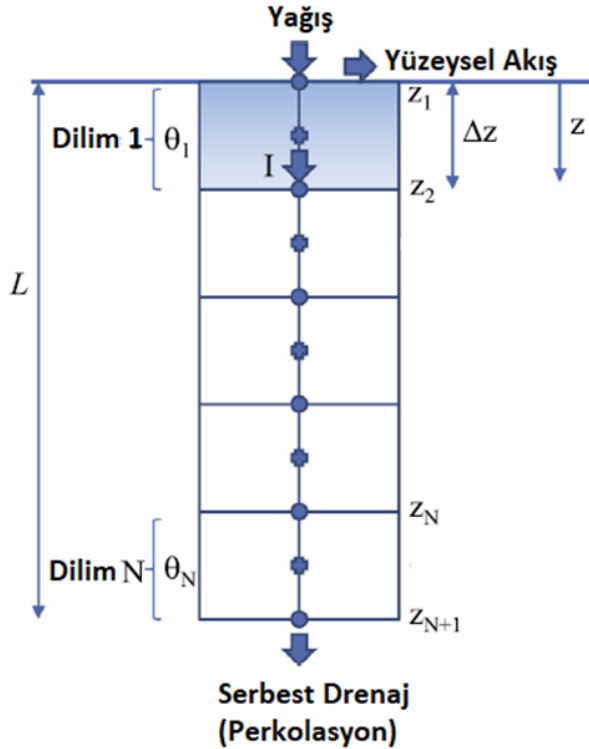
Porozite, kil, kum

5. Yüzeysel Akış ve Sızma

5.3. Richards Denkleminin 1-Boyutlu Sayısal Çözümü

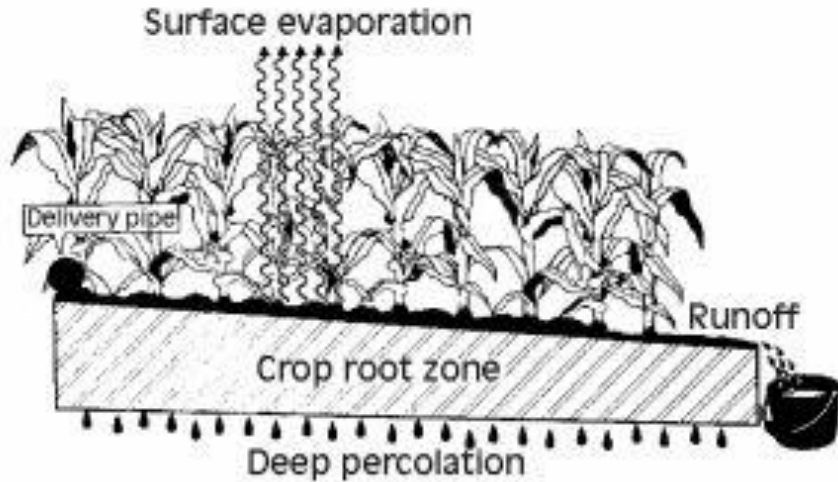
$$\left[\frac{\partial (K_z(h) \left(\frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right))}{\partial x} \right] + Q_{\text{ext}} = C(h) \frac{\partial h}{\partial t}$$

İhtiyaç
Duyulan
HİB lerde
noktasal
çözüm !!



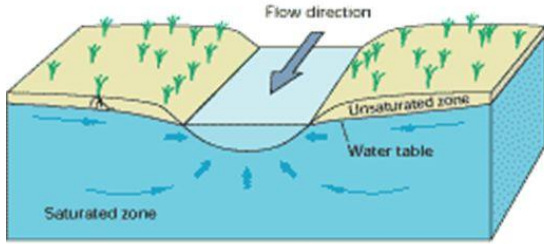
Richards denkleminin toprak kolonu boyunca çözümü, uygun sınır şartları ile desteklendiği takdirde, yağış sonrası yağışın ne kadarının sızmaya geçtiğini, ne kadarının yüzeysel akışa katıldığını, ne kadarının perkolasayona dolayısıyla yeraltısuyu beslenimine katıldığını ve ne kadarının toprak bünyesinde zemin nemi olarak depolandığını hesaplayabilmektedir.

6. Perkolasyon

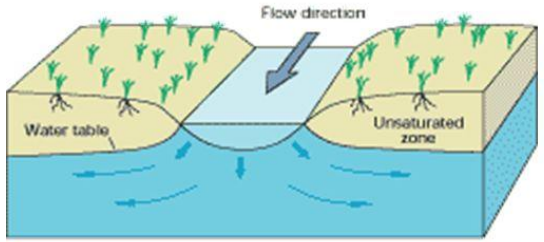


- Hidrolojik işlem birimindeki zemin nemi bölgesi, sızma, evapotranspirasyon ve perkolasyonu kontrol eden önemli bir depolama elemanıdır.
- İşlem biriminde süreklilik denklemi ile sürekli güncellenen zemin nemi maksimum değere (tarla kapasitesi) ulaştığında perkolasyon süreci başlamaktadır.
- Perkole olan su, tarla kapasitesinin aşılmasına neden olan fazla suyun doğrusal olmayan bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır.
- Modelde perkole olan su tanımlı bir akifere yada bir diğer modül olan Hidrojeolojik Modüle yönlendirilmektedir.

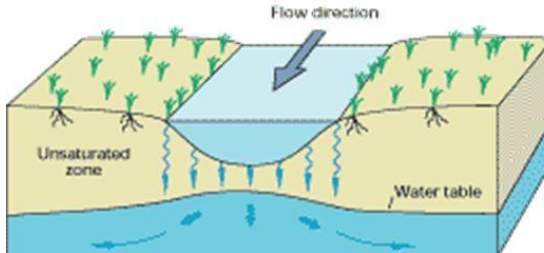
7. Taban akışı (+ /-)



Gaining Stream



Losing Stream



Losing Stream
disconnected from water table

- Akiferden su kütesine yada su kütesinden akifere gerçekleşen boşalmalar taban akışı olarak tanımlanmıştır.
- Su kütesinin tanımlı bölgelerinde akifer/akiferlerin depolama yada eşdeğer su seviyelerine göre doğrusal veya doğrusal olmayan bir hazne yaklaşımı ile taban akışları hesaplanmaktadır.

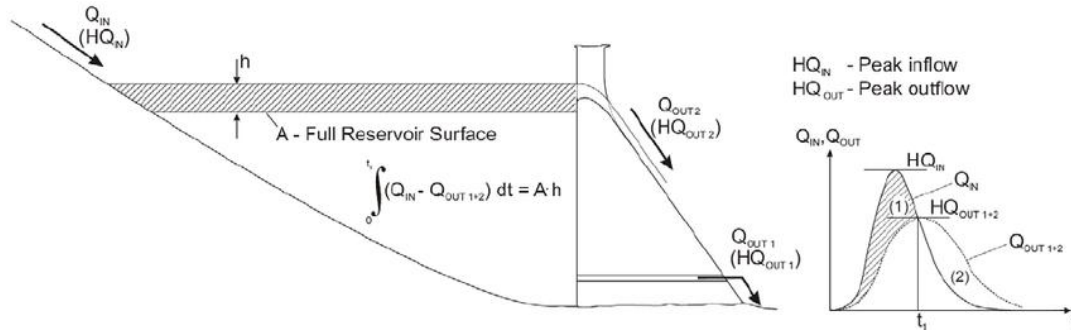
USGS Circ 1186



Havza İçinde Hidrograf Öteleme

- Durgun Su Kütlelerinde (Hacimsel Öteleme)
- Akarsu Kütlelerinde (Muskingum-Cunge)
- Yüzeysel Akış Öteleme (Yamaç Eğimi)

Durgun Su Kütlelerinde Öteleme (Hacimsel Öteleme)

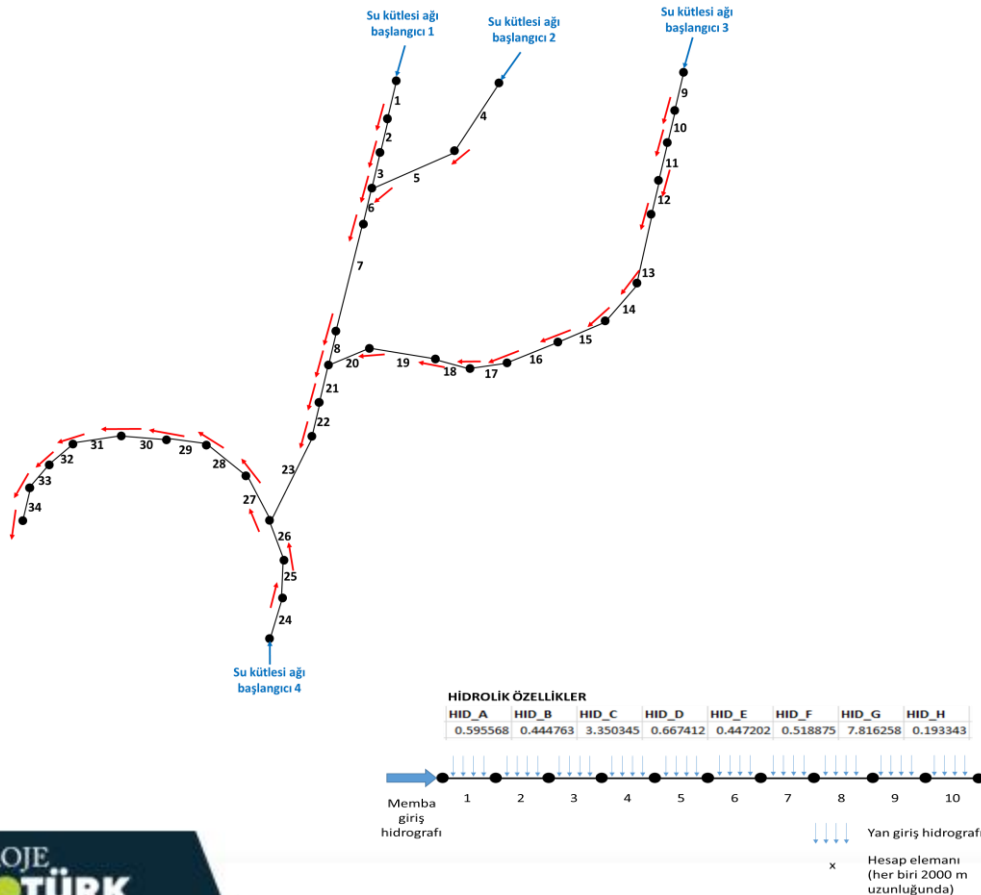


Baraj haznesi veya göl gibi durgun su kütlelerinin dolusavak ve/veya dipsavak deşarj eğrileri yardımıyla giriş hidrografları çıkış hidrograflarına dönüştürülmekte, dönüşüm sırasında su kütlelerinin depolama etkisi dikkate alınmaktadır.



Akarsu Kütlelerinde Öteleme (Muskingum-Cunge)

Alt havzaların çıkış hidrografları, akarsu ağı boyunca havza çıkış noktasına kadar Muskingum-Cunge yöntemi ile ötelenmektedir. Akarsu ağı topolojisi topoğrafyaya bağlı olarak otomatik oluşturulmaktadır.



$$y_2 = c_1 x_2 + c_2 x_1 + c_3 y_1 + c_4 q$$

$$c_1 = \frac{-aK + 0.5\Delta t}{K - aK + 0.5\Delta t} \quad c_2 = \frac{aK + 0.5\Delta t}{K - aK + 0.5\Delta t} \quad c_3 = \frac{K - aK + 0.5\Delta t}{K - aK + 0.5\Delta t}$$

$$a = 0.5 \left(1 - \frac{Q}{Bc_k S_0 \Delta x} \right)$$

$\frac{Q}{Bc_k S_0 \Delta x}$ Kanal taban eğimi

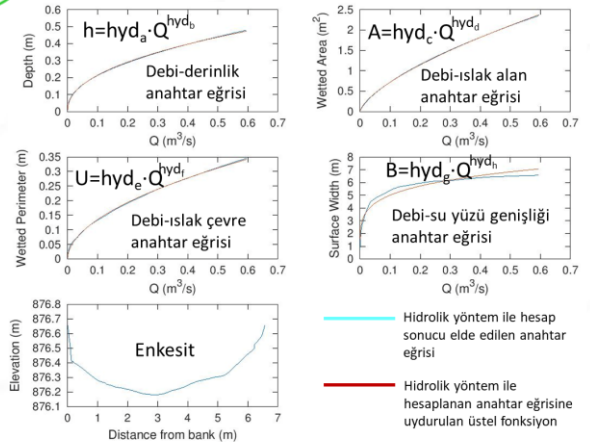
$\frac{Q}{Bc_k S_0 \Delta x}$ Kanal yüzey genişliği

$$c_4 = \frac{q\Delta x \Delta t}{K - aK + 0.5\Delta t} \quad c_k = \frac{dQ}{dA}$$

Debi

Enkesit alanı

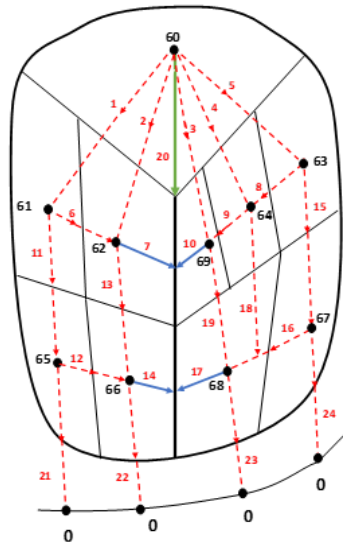
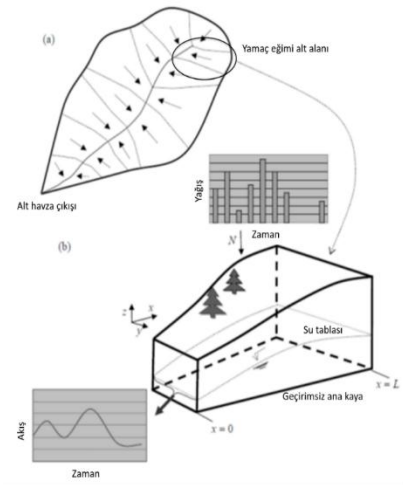
$$A = \text{hyd}_c \cdot Q^{\text{hyd}_d}$$



* Halihazırda; grafik kütüphanelerindeki Türkçe karakter gösterme sorunu olduğundan terimler İngilizce yazılmaktadır.

Yüzeysel Akış Öteleme (Yamaç Eğimi)

Yamaç eğimi alanları, eğim yönünde tabaka ve küçük kanalcıklar şeklinde yüzeysel akış oluşturan alanlardır. Bu alan içindeki HİB'lerin artık yağışları eğim yönünde alt havza akımlarındaki ötelemeye benzer şekilde ötelenerek alt havza çıkışına taşınabilmektedir.



- Yamaç eğimine giren baş debi
- Yamaç eğimi mikrokanalına giren yan debi
- Yamaç eğimi içindeki yüzeysel akış öteleme birimlerinden mansap yüzeysel öteleme birimine akış
- XX İlgili yüzeysel akış öteleme birimi
- 0 Yamaç eğiminden mikrokanal harici çıkan yüzeysel akış

Kullanıcı eğer yamaç eğimi seviyesinde öteleme yapmak isterse her bir yamaç eğimi alanındaki tabaka ve kanalcık akış oranlarını tanımlamalı ve yamaç eğimi alanları arasındaki topolojik ilişkileri sisteme tanıtmalıdır.



Hidrolojik Modülün Veri / Parametre İhtiyacı

HİB Bazında		Alt Havza Bazında	Su Kütlesi Bazında
Yağış		Yüz. Akış Gecikme Katsayısı	Topoloji Bilgisi (CBS)
Sıcaklık	Pot. Evapot	Yüzey Manning Pür.	Debiye Bağlı Enkesit Geometrileri
Nem		Kanal Manning Pür.	Alt havza - Su Kütlesi bağlantıları
Rüzgar Hızı		HİB-Alt havza bağlantısı	
Güneş Radyasyonu			
CN			YAS Kütlesi Bazında
Tarla Kapasitesi /Solma Noktası Porozite, Bünye, Hidrolik İletkenlik			Alan
Albedo			Ort. Kalınlık
Perk. Gecikme Katsayısı			Boşluk Oranı
Akifer Bağlantısı			YAS Seviyesi /Depolama



Hidrolojik Modülün Çıktıları

HİB Bazında (mm/gün)	Alt Havza Bazında	Su Kütlesi Bazında
Artık Yağış	Yüzeysel Akış (m ³ /sn)	Debiler (m ³ /sn)
Sızma	Yüzeysel Akış (mm/gün)	Akım Hızları (m/sn)
Pot. Evapotranspirasyon	Sızma	Ort. Derinlik (m)
Gerçek Evapotranspirasyon	Pot./ Ger. Evapotranspirasyon	Max. Derinlik (m)
Perkolasyon	Zemin Nemi	Yüz. Akış Girişleri (m ³ /sn)
Zemin Nemi		Taban Akışı Girişleri (m ³ /sn)



Hidrolojik Modülün Diğer Modüllerle İlişkisi

Hidrodinamik Modül		Hidrojeolojik Modül		Su Kalitesi Modeli	
<i>Giden</i>	<i>Gelen</i>	<i>Giden</i>	<i>Gelen</i>	<i>Giden</i>	<i>Gelen</i>
Hidrodinamik Modülün Giriş Hidrografları	Hidrodinamik Modülün Çıkış Hidrografları	Perkolasyon	YAS Boşalımı (Taban Akışı)	Debiler	Zemin Nemi
		Evapotranspirasyon	YAS Çekimleri	Akım Hızları (m/sn)	
				Akış Derinliği (m)	
				Evapotranspirasyon	
				Zemin Nemi	



İTÜ NOVA
TEKNOLOJİ TRANSFER OFİSİ



TEŞEKKÜRLER

info@itunovatto.com.tr



itunovatto

www.itunovatto.com.tr

itunovatto

