MTO316

HİDROMETEOROLOJİ

SORU-ÇÖZÜM · VİZE

Ömer Faruk Akıncı

Kullanım: 📌 çekirdek sayfa (formül + terimler) → 🔵 soru: kesikli kutuya **kendin çöz** → sayfayı çevir → ✓ çözüm.

• Her hesapta 5 adım: verilenler · formül · birim çevir · hesapla · yorum.

• Bölümler: A su bütçesi · B yağış ve ölçüm · C ekstremler ve PMP · D hazne ve buharlaşma · E akış ve HEC-HMS · F ek hesaplar · Z son 30 dakika. **Kare kod:** okut / dokun → web'de tam o parça.

SINAV HARİTASI

🎯 Vize nasıl bir sınav?

- **Tek vize**, 10. hafta · konu anlatımında vurgulanan: **hesap ağırlıklı**.
- Kapsam: 1.–7. hafta + HEC-HMS ödevleri (HW1–HW3).
- Soru kökü **İngilizce** gelebilir → hesap sorularında EN satırı var.

★★★ alansal ortalama · optimum ölçer · çift kütle · IDF · Hershfield PMP · hazne bütçesi · akış birimleri · rasyonel · Horton derinlik–alan · zarf

★★ dBZ→yağış · PW · risk · tava · Harbeck–Meyers · Clark · taban akışı

💎 **ÖZ:** Ara değer + birim yazan, sonuç hatalı olsa bile puan alır.

🎯 Bu defter nasıl çalışılır?

1. 📌 **Konu sayfası:** Ne? · Nerede? · Sınavda yaz.
2. 🧩 **Formül sayfası:** formül → altındaki kutuya **bir kez kendin yaz** → terimler.
3. 🔵 **Soru:** kesikli kutuda **sen çöz** → sayfayı çevir → ✓ **çözüm**.

Her hesapta 5 adım: verilenler → formül (harfle) → birim çevir → hesapla → yorum.

Bölümler: A su bütçesi · B yağış ve ölçüm · C ekstremler ve PMP · D hazne ve buharlaşma · E akış ve HEC-HMS · F ek hesaplar · Z son 30 dakika.

💎 **ÖZ:** Önce kendin çöz, sonra çevir. Okuyup geçmek tanıdıklık verir, beceri değil.

A · SU BÜTÇESİ VE AKIŞ BİRİMLERİ

🗺 A · Bu bölümde

- **A1** su bütçesi · **A2** akış birimleri (çekirdek)
- **S1** uzun dönem ET · **S2** aylık bütçe
- **S3** küresel döngü, kalış süresi
- **S4** derinlik → hacim → debi · **S5** kavram
- Sonda GB bölüm terimleri

💎 **ÖZ:** Bütün hidrolojinin temeli: giren – çıkan = depodaki değişim.

📌 A1 · SU BÜTÇESİ — konu

Ne? Kütle korunumu: havzaya giren su – çıkan su = depoda biriken.

Nerede? Havza (kontrol hacmi), hazne, bütün Dünya; ödevde HEC-HMS havzası.

Sınavda yaz:

- Ders biçimi: **P = Q + ET + ΔS**
- Uzun dönem (≥ 1 yıl): ΔS ≈ 0 → **ET ≈ P – Q**
- Kısa dönem (ay, olay): ΔS ≠ 0 → işaret yorumla (+ birikti)
- En zor terim ET; G ve ΔS doğrudan ölçülemez.
- Karstta topoğrafik havza ≠ hidrolojik havza → bütçe kapanmaz.

💎 **ÖZ:** Bütçe = giren – çıkan. Uzun dönemde depo sabit sayılır.

🧩 A1 · SU BÜTÇESİ — formül

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = (P + I \pm G) - (E + T + R)$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- ΔS/Δt: depo değişimi · P: yağış · I: giriş
- G: yeraltı (±) · E + T = ET · R: akış

💎 **ÖZ:** ± yalnız G'de: yeraltı suyu girer de çıkar da.

📌 A2 · AKIŞ BİRİMLERİ — konu

Ne? Akış ya **derinlik** (mm: havzaya eşit yayılsa) ya **debi** (m^3/s) olarak verilir.

Nerede? Bütçe, HEC-HMS çıktısı (cfs, in, acre-ft), rasyonel yöntem.

Sınavda yaz:

- $1\ km^2 = 10^6\ m^2$ · $1\ ha = 10^4\ m^2$ · $1\ mm = 0{,}001\ m$
- 1 gün $= 86\,400\ s$ · 1 yıl $= 3{,}1536 \times 10^7\ s$
- $1\ cfs = 0{,}02832\ m^3/s$ · $1\ in = 25{,}4\ mm$
- $1\ kg/m^2 = 1\ mm$ (suyun yoğunluğu $1000\ kg/m^3$)
- Akış katsayısı **C = R / P**

💎 **ÖZ:** Derinlik × alan = hacim; hacim ÷ süre = debi.

🧩 A2 · AKIŞ BİRİMLERİ — formül

$$\bar{Q} = \frac{R \cdot A}{\Delta t}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- $\bar{Q}$: ortalama debi (m^3/s) · R: akış derinliği (**m**)
- A: alan (**m^2**) · Δt: süre (**s**)

💎 **ÖZ:** Önce SI'ya çevir: mm→m, km^2→m^2, saat→s.

🔵 S1 · Uzun dönem ET

tanım

TR: 2400 km²'lik havzada ortalama yağış 720 mm/yıl, çıkıştaki ortalama debi 18 m³/s. Uzun dönem ET ve akış katsayısı?

EN: A 2400 km² basin receives 720 mm/yr; mean discharge is 18 m³/s. Find long-term ET and the runoff coefficient.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: debiyi yıllık derinliğe (mm) çevir; sonra ET = P − Q.

📋 Ne istiyor? — Soru 1

formül

Ne istiyor? Uzun dönemde havzada buharlaşma + terlemenin (ET) kaç mm/yıl olduğu ve yağışın ne kadarının aktığı (C).

Soru tipi: Hesap · uzun dönem su bütçesi



- *long-term evapotranspiration* → uzun dönem buharlaşma + terleme · $\Delta S \approx 0$ → $ET = P - R$
- *runoff coefficient* → akış katsayısı · $C = R / P$, birimsiz

---

💎 **ÖZ:** Hesap · uzun dönem su bütçesi

📋 Verilenler — Soru 1

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«2400 km²'lik havzada»* → Havza alanı; m²'ye çevrilir. → **A = 2,4×10⁹ m²**
- *«ortalama yağış 720 mm/yıl»* → Havzaya yılda giren yağış. → **P = 720 mm/yıl**
- *«ortalama debi 18 m³/s»* → Çıkıştaki yıllık ortalama akış; derinliğe çevrilir. → **$\bar{Q}$ = 18 m³/s**
- *«Uzun dönem ET»* → Uzun dönemde depo değişimi sıfır sayılır; ET aranıyor. → **istenen**
- *«akış katsayısı»* → Yağışın akışa geçen oranı C = R/P aranıyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 1 (1/2)

Uzun dönem su bütçesi — «Uzun dönem» deniyor: depo değişimi sıfır sayılır, ET tek bilinmeyen kalır.

terimler

türetim

$$ET = P - R \qquad (\Delta S \approx 0)$$

ET: buharlaşma + terleme, mm/yıl · P: yağış, mm/yıl · R: akış derinliği, mm/yıl

---

💎 **ÖZ:** Uzun dönem su bütçesi

📋 Hangi formül? — Soru 1 (2/2)

Debi → akış derinliği — P mm, debi m³/s verilmiş; çıkarma yapabilmek için debiyi derinliğe (mm) çevirmek gerek.

$$R = \frac{\bar{Q}\,\Delta t}{A}$$

R: akış derinliği, m · $\bar{Q}$: ortalama debi, m³/s · Δt: süre, s · A: havza alanı, m²

💎 **ÖZ:** Debi → akış derinliği

📋 Adım adım — Soru 1

Adımlar — kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **R (mm)** — Debiyi bir yıllık hacme çevir, alana böl. → **R = 236,5 mm/yıl**
2. **ET** — Uzun dönemde ΔS ≈ 0 al, yağıştan akışı çıkar. → **ET = 483,5 mm/yıl**
3. **C** — Akışı yağışa böl. → **C = 0,33**

1. adım

2. adım

3. adım

⚠️ **Tuzak:** km^2'yi 10^6 ile çarpmamak ya da debiyi mm/yıl'a çevirmeden yağıştan çıkarmak.

💎 **ÖZ:** Plan: R (mm) → ET → C

✓ Çözüm — Soru 1

sınav cevabı

Adım 1 — Debi → derinlik (P mm, Q m^3/s; aynı birime getir):

$$R = \frac{18 \times 3{,}1536 \times 10^{7}}{2{,}4 \times 10^{9}} = 0{,}2365 \text{ m}$$

- R = **236,5 mm/yıl**

Adım 2 — Bütçe (uzun dönem, ΔS ≈ 0): ET = 720 − 236,5 = **483,5 mm/yıl**

Adım 3 — C = 236,5 / 720 = **0,33** → yağışın üçte biri akar.

⚠️ **Sık hata:** km^2'yi 10^6 ile çarpmamak.

adım adım

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → R = 236,5 mm · ET = 483,5 mm · C = 0,33.

S2 · Bir aylık havza bütçesi

tanım

TR: 80 km²'lik havzada 30 günde P = 120 mm, ET = 45 mm, ortalama debi 1,2 m³/s. Yeraltı alışverişi yok. Depolama değişimi (mm ve m³)?

EN: Find the change in storage of an 80 km² basin over 30 days.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: ΔS = P − ET − R; 30 gün = 2 592 000 s.

📋 Ne istiyor? — Soru 2

formül

Ne istiyor? 30 günde havza deposunun ne kadar değiştiği (ΔS): hem mm derinlik hem m^3 hacim olarak.

Soru tipi: Hesap · aylık havza bütçesi

diyagram

- *change in storage* → depolama değişimi · ΔS = P – ET – R

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«80 km^2'lik havzada»* → Havza alanı. → **A = 80×10⁶ m²**
- *«30 günde»* → Bütçe süresi; saniyeye çevrilir. → **Δt = 2 592 000 s**
- *«P = 120 mm»* → Dönem yağışı. → **P = 120 mm**
- *«ET = 45 mm»* → Dönem buharlaşma + terlemesi. → **ET = 45 mm**
- *«ortalama debi 1,2 m^3/s»* → Çıkış akışı; derinliğe çevrilir. → **$\bar{Q}$ = 1,2 m³/s**
- *«Yeraltı alışverişi yok»* → Bütçede G terimi sıfır. → **koşul**

- *«Depolama değişimi (mm ve m^3)?»* → ΔS hem derinlik hem hacim olarak isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Hesap · aylık havza bütçesi

📋 Hangi formül? — Soru 2 (1/2)

Kısa dönem su bütçesi — Dönem kısa (30 gün) ve «depolama değişimi?» deniyor; ΔS bilinmeyen, sıfır değil.

terimler

türetim

$$\Delta S = P - ET - R$$

ΔS: depo değişimi, mm · P: yağış, mm · ET: buharlaşma + terleme, mm · R: akış derinliği, mm

---

💎 **ÖZ:** Kısa dönem su bütçesi

📋 Hangi formül? — Soru 2 (2/2)

Debi → akış derinliği — P mm, debi m³/s verilmiş; çıkarma yapabilmek için debiyi derinliğe (mm) çevirmek gerek.

$$R = \frac{\bar{Q}\,\Delta t}{A}$$

R: akış derinliği, m · $\bar{Q}$: ortalama debi, m³/s · Δt: süre, s · A: havza alanı, m²

💎 **ÖZ:** Debi → akış derinliği

📋 Adım adım — Soru 2 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **R (mm)** — Debiyi 30 günlük hacme çevir, alana böl. → **R = 38,9 mm**
2. **ΔS (mm)** — Yağıştan ET'yi ve akışı çıkar. → **ΔS = +36,1 mm**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 2 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **ΔV (m³)** — Derinliği m'ye çevir, alanla çarp. → **ΔV = 2,89×10⁶ m³**
4. **yorum** — İşarete bak: + ise su birikti, – ise depo boşaldı. → **su birikti**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Kısa dönemde de ΔS = 0 almak ya da mm'yi m'ye çevirmeden alanla çarpmak.

💎 **ÖZ:** Plan: R (mm) → ΔS (mm) → ΔV (m^3) → yorum

✓ Çözüm — Soru 2

sınav cevabı

Adım 1 — Akış derinliği:

$$R = \frac{1{,}2 \times 2\,592\,000}{80 \times 10^6} = 0{,}0389 \text{ m}$$

- R = **38,9 mm**

Adım 2 — ΔS = 120 − 45 − 38,9 = **+36,1 mm**

Adım 3 — ΔV = 0,0361 × 80×10⁶ = **2,89×10⁶ m³**

Yorum: + işaret → su **birikti** (toprak nemi, yeraltı suyu).

⚠️ **Sık hata:** kısa dönemde de ΔS = 0 almak.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → R = 38,9 mm · ΔS = +36,1 mm = 2,89×10⁶ m³.

🔵 S3 · Küresel döngü ve kalış süresi

tanım

TR: Slayt (10^3 km^3/yıl): kara P = 107, ET = 71; okyanus P = 398, E = 434; atmosferde 15,5×10^3 km^3 su. (a) Akarsuyla denize giden su? (b) Okyanus bütçesi kapanıyor mu? (c) Su atmosferde kaç gün kalır?

EN: Check the global balance and find the residence time of atmospheric water.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: kalış süresi = depo ÷ akı.

📋 Ne istiyor? — Soru 3

formül

Ne istiyor? (a) Karadan akarsuyla denize giden su, (b) okyanus bütçesinin kapanıp kapanmadığı, (c) suyun atmosferde kaç gün kaldığı.

Soru tipi: Hesap · küresel döngü + kalış süresi

diyagram

- *residence time* → kalış süresi · τ = depo ÷ akı
- *global water balance* → küresel su bütçesi · kara ve okyanusta ΔS ≈ 0

💎 **ÖZ:** Hesap · küresel döngü + kalış süresi

📋 Verilenler — Soru 3

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«kara P = 107, ET = 71»* → Karaya düşen yağış ve karadan buharlaşma. → **P = 107 ve 71 (10^3 km^3/yıl)**
- *«okyanus P = 398, E = 434»* → Okyanus yağışı ve buharlaşması. → **P = 398 ve 434 (10^3 km^3/yıl)**
- *«atmosferde 15,5×10^3 km^3 su»* → Atmosferdeki su deposu. → **W = 15,5×10^3 km^3**
- *«Akarsuyla denize giden su?»* → Karadan akış R = P – ET aranıyor. → **istenen**
- *«Su atmosferde kaç gün kalır?»* → Kalış süresi τ = W/P aranıyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 3 (1/2)

Kalış süresi — (c) «su atmosferde kaç gün kalır?» diyor; depoyu çıkış akısına bölmek ortalama süreyi verir.

terimler

türetim

$$\tau = \frac{W}{P}$$

τ: kalış süresi, yıl · W: atmosferdeki su, 10^3 km^3 · P: toplam yağış, 10^3 km^3/yıl

---

💎 **ÖZ:** Kalış süresi

📋 Hangi formül? — Soru 3 (2/2)

Kara bütçesi (uzun dönem) — (a) akarsuyla giden su soruluyor; uzun dönem kara bütçesinde ΔS ≈ 0.

$$R = P - ET$$

R: akarsu akışı · P: kara yağışı · ET: kara buharlaşma + terlemesi

---

💎 **ÖZ:** Kara bütçesi (uzun dönem)

📋 Adım adım — Soru 3 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) akış** — Karada ΔS ≈ 0 al, yağıştan ET'yi çıkar. → **akarsu = 36**
2. **(b) bütçe** — Okyanusa gireni (yağış + akarsu) buharlaşmayla karşılaştır. → **434 = 434** → **kapanıyor**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 3 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(c) τ yıl** — Atmosferdeki suyu toplam yağışa böl. → **τ = 0,0307 yıl**
4. **(c) gün** — Yılı güne çevir: 365 ile çarp. → **τ ≈ 11 gün**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** τ'da yalnız kara yağışını (107) almak; payda kara + okyanus toplamı 505 olmalı.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) akış → (b) bütçe → (c) τ yıl → (c) gün

✓ Çözüm — Soru 3

sınav cevabı

(a) Kara, ΔS ≈ 0: akış = 107 − 71 = **36**

(b) Okyanus: 398 + 36 = **434** = E → kapanıyor ✓

(c) Kalış süresi:

$$\tau = \frac{W}{P} = \frac{15{,}5}{107 + 398} = 0{,}0307 \text{ yıl}$$

- τ ≈ 0,0307 × 365 ≈ **11 gün**

Neden önemli? Atmosfer suyu çok hızlı yenilenir → yağışı sürekli yeni buharlaşma besler.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → akarsu 36 · 434 = 434 · τ ≈ 11 gün.

S4 · Derinlik → hacim → debi

tanım

TR: 150 km² havza, 40 mm yağış, C = 0,30. (a) Akış derinliği ve hacmi? (b) 10 saatte boşalırsa ortalama debi? (c) HW2'deki 3082,9 cfs kaç m³/s?

EN: Find runoff depth, volume and mean discharge; convert 3082.9 cfs.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: R = C·P → V = R·A → Q = V/Δt.

📋 Ne istiyor? — Soru 4

formül

Ne istiyor? (a) Akış derinliği ve hacmi, (b) su 10 saatte boşalırsa ortalama debi, (c) HW2'deki 3082,9 cfs'nin m^3/s karşılığı.

Soru tipi: Hesap · derinlik → hacim → debi

diyagram

- *runoff depth* → akış derinliği · $R = C \cdot P$
- *mean discharge* → ortalama debi · $\bar{Q} = V / \Delta t$

💎 **ÖZ:** Hesap · derinlik → hacim → debi

📋 Verilenler — Soru 4

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«150 km² havza»* → Havza alanı. → **A = 150×10⁶ m²**
- *«40 mm yağış»* → Olay yağışı. → **P = 40 mm**
- *«C = 0,30»* → Yağışın %30'u akışa geçer. → **R = R = 0,30 × 40 mm**
- *«10 saatte boşalırsa»* → Akış hacmi 10 saatte çıkar. → **Δt = 36 000 s**
- *«3082,9 cfs»* → ABD biriminde debi; m^3/s'ye çevrilecek. → **$\bar{Q}$ = 3082,9 cfs**
- *«Akış derinliği ve hacmi?»* → R ve V isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 4

Derinlik → debi — Soru derinlik → hacim → debi zincirini istiyor; üçünü bağlayan kalıp bu.

terimler

türetim

$$\bar{Q} = \frac{R \cdot A}{\Delta t}$$

$\bar{Q}$: ortalama debi, m^3/s · R: akış derinliği, m · A: havza alanı, m^2 · Δt: süre, s

---

💎 **ÖZ:** Formül: Derinlik → debi

📋 Adım adım — Soru 4 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) R** — Yağışı akış katsayısıyla çarp. → **R = 12 mm**
2. **(a) V** — Derinliği m'ye çevir, alanla çarp. → **V = 1,8×10⁶ m³**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 4 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) $\bar{Q}$** — Hacmi saniye cinsinden süreye böl. → **$\bar{Q}$ = 50 m³/s**
4. **(c) cfs** — cfs değerini 0,02832 ile çarp. → **87,3 m³/s**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** mm'yi m'ye çevirmeden alanla çarpmak → 1000 kat büyük hacim.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) R → (a) V → (b) $\bar{Q}$ → (c) cfs

✓ Çözüm — Soru 4

sınav cevabı

(a) R = C·P = 0,30 × 40 = **12 mm** (C = R/P tanımından)

- V = 0,012 m × 150×10⁶ m² = **1,8×10⁶ m³**

(b) $\bar{Q}$ = 1,8×10⁶ / 36 000 s = **50 m³/s**

(c) 3082,9 × 0,02832 = **87,3 m³/s**

- HEC-HMS ABD birimi verir: cfs, in, acre-ft.

⚠️ **Sık hata:** mm'yi m'ye çevirmeden çarpmak → 1000 kat hata.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 12 mm · 1,8×10⁶ m³ · 50 m³/s · 87,3 m³/s.

🔵 S5 · Kavram: sıra ve karıştırılan çiftler

tanım

(a) Yağış yere düştükten sonra suyun yolunu **sırayla** yaz.
(b) Farkı yaz: infiltration ↔ percolation · interception ↔ depression storage · interflow ↔ baseflow.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: önce tutulanlar, sonra toprağa girenler, en son akanlar.

📋 Ne istiyor? — Soru 5

formül

Ne istiyor? (a) Yere düşen yağışın izlediği yolu sırayla yazmak, (b) karıştırılan üç terim çiftinin farkını açıklamak.

Soru tipi: Kavram · suyun yolu + karışan çiftler

animasyon

- *infiltration vs percolation* → sızma ↔ derine süzülme · yüzey→toprak ↔ toprak→akifer
- *interflow vs baseflow* → ara akış ↔ taban akışı · sığ ve hızlı ↔ akiferden, yavaş

💎 **ÖZ:** Kavram · suyun yolu + karışan çiftler

📋 Verilenler — Soru 5

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«suyun yolunu»* → Yağışın yere düştükten sonraki süreç sırası isteniyor. → **istenen**
- *«infiltration ↔ percolation»* → Sızma ile derine süzülme ayrımı. → **istenen**
- *«interception ↔ depression storage»* → Bitkide tutulma ile yerde birikme ayrımı. → **istenen**
- *«interflow ↔ baseflow»* → Hızlı ara akış ile yavaş taban akışı ayrımı. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 5

Kullanılacak bilgi: Akış = kayıplar dolduktan sonra kalan yağış. Sıra: tutulma → çukur → toprak nemi → sızma → süzülme → ara/yeraltı akışı → yüzey akışı.

terimler

💎 **ÖZ:** Formül: Akış = kayıplar dolduktan sonra kalan yağış. Sıra: tutulma →

📋 Adım adım — Soru 5 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) kayıp** — Önce tutulanları yaz: bitkide tutulma, sonra çukur depolaması. → **1–2: tutulanlar**

1. adım

2. **(a) toprak** — Sonra toprağa girenleri yaz. → **3–6: toprağa girenler**

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 5 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(a) akış** — En son artan kısmı yaz: yüzey akışı. → **7: yüzey akışı**
4. **(b) fark** — Her çifti «nereden → nereye» ve hızla ayır. → **3 çift ayrıldı**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Interception'ı (bitkide) depression storage (yerde) ile, interflow'u (hızlı) baseflow (yavaş) ile karıştırmak.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) kayıp → (a) toprak → (a) akış → (b) fark

✓ Çözüm — Soru 5

sınav cevabı

(a) tutulma → çukur depolaması → toprak nemi → sızma → derine süzülme → ara/yeraltı akışı → **artan kısım yüzey akışı**

(b)

- **Infiltration:** yüzeyden toprağa · **percolation:** topraktan yeraltı suyuna
- **Interception:** bitkide tutulur, buharlaşır · **depression storage:** yerde birikir
- **Interflow:** yüzeyin hemen altı, hızlı · **baseflow:** akiferden, yavaş

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Akış = kayıplar dolduktan sonra kalan yağış.

GB A · Bölüm terimleri

EN (tür) · TR · örnek

- **water balance** (n) · su bütçesi · *We closed the water balance.*
- **catchment** (n) · havza · *The catchment drains to one outlet.*
- **evapotranspiration** (n) · buharlaşma+terleme · *ET is the hardest term.*
- **runoff coefficient** (n) · akış katsayısı · *It is 0.33.*
- **interception** (n) · tutulma · *Forests have high interception.*
- **residence time** (n) · kalış süresi · *It is about 11 days.*

Kalıp: *The change in storage **can be neglected**.* — ihmal edilebilir.

💎 **ÖZ:** "can be neglected" = varsayımı yazmanın en kısa yolu.

B · YAĞIŞ VE ÖLÇÜM AĞI

🗺 B · Bu bölümde

- **B1** yağış türleri ve şiddet · **B2** radar, damla dağılımı
- **B3** yağışa geçebilir su (PW) · **B4** alansal ortalama
- **B5** optimum ölçer sayısı
- **S6–S13:** dBZ, Λ, PW, şiddet, Thiessen, izohiyet, optimum ölçer ×2

💎 **ÖZ:** Yağış sistemin ana girdisidir: önce doğru ölç, sonra alana yay.

📌 B1 · YAĞIŞ TÜRLERİ VE ŞİDDET — konu

Ne? Yere ulaşan sıvı/katı su. **Şiddet** i = derinlik / süre (mm/h).

Nerede? Yağış ölçeri, radar, uydu; taşkın ve drenaj tasarımı.

Sınavda yaz:

- **Yağmur** damla çapı ≥ 0,5 mm · **çiseleme** < 0,5 mm (stratus)
- **Virga:** yere ulaşmadan buharlaşan yağış
- **Sleet:** havada donar · **freezing rain:** yerde donar
- **Dolu** 5–50 mm · kar → **su eşdeğeri** ile ölçülür
- Şiddet (ders kitabı): **< 0,5 cm/h düşük** · 0,5–2,5 orta · **> 2,5 cm/h yüksek**

💎 **ÖZ:** Derinlik mm, şiddet mm/h. Sınıflama cm/h ile: 0,5 ve 2,5.

📌 B2 · RADAR VE DAMLA DAĞILIMI — konu

Ne? Damla sayısı boyla üstel azalır (Marshall–Palmer). Radar yansıtıcılığı Z, yağış şiddetine çevrilir.

$$N(r) = N_0\, e^{-\Lambda r}, \qquad \Lambda = 8200\, RR^{-0{,}21}$$

Sınavda yaz:

- Slayt yarıçap biçimi: $N_0 \approx 1{,}6\times10^{7}$ m^{-4}, Λ (m^{-1}), r (m)
- RR ↑ → Λ ↓ → **büyük damla payı artar**
- dBZ = 10 $\log_{10}$ Z → dBZ logaritmiktir, Z değildir
- Bozan: dolu (Z şişer), parlak bant, kar

💎 **ÖZ:** Şiddet arttıkça dağılım yassılaşır, iri damla çoğalır.

🧩 B2 · RADAR → YAĞIŞ — formül

$$RR = 0{,}036 \cdot 10^{\,0{,}0625\ \mathrm{dBZ}}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- RR: yağış şiddeti (mm/h) · dBZ: radar yansıtıcılığı
- 0,036 ve 0,0625: $Z = 200\,R^{1{,}6}$ bağıntısından gelen sabitler

---

💎 **ÖZ:** Slayt örneği: 43 dBZ → 17,5 mm/h.

📌 B3 · YAĞIŞA GEÇEBİLİR SU (PW) — konu

Ne? Birim kesitli hava kolonundaki **bütün buhar** yoğuşsa oluşacak su derinliği.

Nerede? Radyosonda, uydu; kuvvetli yağış ve PMP öngörüsü.

Sınavda yaz:

- Birim: mm (= kg/m^2)
- PW **olası** sudur, **yağış değildir** (konu anlatımında ayrıca vurgulandı)
- Gerçek yağış PW'den çok az ya da nem yakınsamasıyla **kat kat fazla** olabilir
- Sıcaklık 1 K artınca PW ≈ %7 artar (Clausius–Clapeyron)

💎 **ÖZ:** PW = atmosferde ne kadar su var; yağış = ne kadarı yere indi.

🧩 B3 · PW — formül

$$W = \frac{1}{\rho_w \, g} \int q \, dp$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- q: özgül nem (**kg/kg**) · dp: basınç (**Pa**)
- ρ = 1000 kg/m³ (su) · g = 9,81 m/s²

💎 **ÖZ:** Ortalama q ile: W = $\bar{q}$·Δp / (ρ·g).

📌 B4 · ALANSAL ORTALAMA YAĞIŞ — konu

Ne? Nokta ölçümlerinden havzanın ortalama yağışı ($\bar{P}$, mm).

Üç yöntem:

- **Aritmetik:** $\bar{P}$ = ΣPᵢ / n — **yalnız havza içindeki** ölçerler
- **Thiessen:** her ölçerin poligon alanı ağırlık — **dış ölçer de girer** (havza içi parçasıyla)
- **İzohiyet:** iki eğri arası alan × iki eğrinin ortalaması → topla → ΣA'ya böl

Sınavda yaz: Thiessen adımları: komşu ölçerleri birleştir → orta dikmeler → poligon → alan × yağış → topla.

💎 **ÖZ:** Düz arazi → Thiessen yeter; dağlık arazi → izohiyet (orografi).

🧩 B4 · THIESSEN — formül

$$\bar{P} = \frac{\sum A_i P_i}{\sum A_i}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- A_i: poligonun **havza içi** alanı · P_i: yağış
- ΣA_i = havza alanı · ağırlık = $A_i/\Sigma A_i$

💎 **ÖZ:** Ağırlık toplamı 1 değilse alan hatalı.

📌 B5 · OPTİMUM ÖLÇER SAYISI — konu

Ne? İstenen hata payıyla havza ortalamasını bulmak için gereken ölçer sayısı.

Nerede? Ölçüm ağı tasarımı (DSİ, MGM).

Sınavda yaz:

- $C_v = 100 \cdot \sigma / \bar{x}$ (%) · σ'da **n – 1**'e böl
- N'yi **yukarı** yuvarla · ek ölçer = N – mevcut
- Dağıtım: N × (bölge alanı / toplam alan) → yuvarla → mevcutları çıkar
- ε yarıya inerse N **4 katına** çıkar (kare)
- WMO: düz ılıman 600–900 km², dağlık 100–250 km² başına 1 ölçer

---

💎 **ÖZ:** Değişkenlik büyük, hata payı küçük → çok ölçer.

🧩 B5 · OPTİMUM ÖLÇER — formül

$$N = \left(\frac{C_v}{\varepsilon} \right)^2$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- C_v: değişim katsayısı (%) · ε: hata (%)
- N: toplam ölçer → yukarı yuvarla

💎 **ÖZ:** Kareyi unutma: slayttaki hata burada.

🔵 S6 · Radar: dBZ → yağış şiddeti

tanım

TR: B2'deki radar formülüyle: (a) 35, 43 ve 50 dBZ için yağış şiddeti? (b) 10 mm/h hangi dBZ'ye karşılık gelir? (c) Yansıtıcılık 3 dBZ artarsa şiddet kaç katına çıkar?

EN: Convert reflectivity to rain rate and back; find the effect of +3 dBZ.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: (b) için iki tarafın $\log_{10}$'unu al.

📋 Ne istiyor? — Soru 6

formül

Ne istiyor? (a) 35, 43, 50 dBZ için yağış şiddeti, (b) 10 mm/h'in dBZ karşılığı, (c) +3 dBZ'nin şiddeti kaç katına çıkardığı.

Soru tipi: Hesap · radar dBZ → yağış şiddeti



diyagram

- *reflectivity* → yansıtıcılık · dBZ = 10 $\log_{10}$ Z, logaritmik
- *rain rate* → yağış şiddeti · RR = 0,036 · 10^(0,0625·dBZ)

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«B2'deki radar formülüyle»* → RR = 0,036·10^(0,0625·dBZ) bağıntısı kullanılacak. → **0,036; 0,0625 = 0,036 ve 0,0625**
- *«35, 43 ve 50 dBZ»* → Yerine konacak yansıtıcılık değerleri. → **dBZ = 35, 43, 50 dBZ**
- *«10 mm/h hangi dBZ'ye»* → Formül ters çevrilip dBZ bulunacak. → **RR = 10 mm/h**
- *«3 dBZ artarsa»* → Üsteki artış oranı 10^(0,0625·3) verir. → **dBZ = +3 dBZ**

- *«yağış şiddeti?»* → RR isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Hesap · radar dBZ → yağış şiddeti

📋 Hangi formül? — Soru 6

Radar → yağış şiddeti — Soru dBZ'den şiddete ve geri gitmeyi istiyor; ikisini bağlayan bağıntı bu.

terimler

türetim

$$RR = 0{,}036 \cdot 10^{\,0{,}0625\ \mathrm{dBZ}}$$

RR: yağış şiddeti, mm/h · dBZ: radar yansıtıcılığı · 0,036; 0,0625: Z–R bağıntısından sabitler

---

💎 **ÖZ:** Formül: Radar → yağış şiddeti

📋 Adım adım — Soru 6

Adımlar — kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) RR** — dBZ'yi 0,0625 ile çarp, 10 üzeri al, 0,036 ile çarp. → **5,5 · 17,5 · 48,0 mm/h**
2. **(b) dBZ** — Formülü ters çevir: iki tarafın $\log_{10}$'unu al. → **39,1 dBZ**
3. **(c) çarpan** — Artışı üsse koy: 10 üzeri (0,0625 × 3). → **×1,54 (16 dBZ → ×10)**

1. adım

2. adım

3. adım

⚠️ **Tuzak:** dBZ'yi Z gibi doğrusal kullanmak: 50 dBZ, 25 dBZ'nin iki katı değildir.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) RR → (b) dBZ → (c) çarpan

✓ Çözüm — Soru 6

(a) Doğrudan yerine koy:

- 35 dBZ → üs 0,0625 × 35 = 2,1875 → **5,5 mm/h**
- 43 dBZ → **17,5 mm/h** (slayt örneği) · 50 dBZ → **48,0 mm/h**

(b) Ters çevir:

$$\text{dBZ} = \frac{\log_{10}(RR/0{,}036)}{0{,}0625} = \frac{\log_{10} 277{,}8}{0{,}0625} = 39{,}1$$

(c) $10^{0{,}0625 \cdot 3}$ = **1,54 kat** · 16 dBZ artış = **10 kat**.

$$10^{0{,}0625 \cdot 3}$$

⚠️ **Sık hata:** dBZ'yi Z gibi kullanmak. 50 dBZ, 25 dBZ'nin "iki katı" değildir.

sınav cevabı

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 5,5 · 17,5 · 48,0 mm/h · 39,1 dBZ · ×1,54.

🔵 S7 · Marshall–Palmer: Λ ne anlatır?

tanım

TR: B2'deki Λ bağıntısıyla (yarıçap biçimi): (a) RR = 5 ve 50 mm/h için Λ? (b) Her iki durumda r = 1 mm'lik damlaların sayısı N₀'ın kaçta kaçı? (c) Sonucu yorumla.

EN: Compute the slope parameter and the relative number of 1 mm drops.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: $N/N_0 = e^{-\Lambda r}$; r'yi metre yaz (0,001 m).

📋 Ne istiyor? — Soru 7

formül

Ne istiyor? (a) 5 ve 50 mm/h için eğim parametresi Λ, (b) r = 1 mm damlaların N_0'a oranı, (c) sonucun yorumu.

Soru tipi: Hesap · Marshall–Palmer Λ

animasyon

- *slope parameter* → eğim parametresi Λ · Λ = 8200 · RR^(−0,21)
- *drop size distribution* → damla boyut dağılımı · N(r) = N_0 · e^(−Λr)

💎 **ÖZ:** Hesap · Marshall–Palmer Λ

📋 Verilenler — Soru 7

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«B2'deki Λ bağıntısıyla»* → Λ = 8200·RR^−0,21 kullanılacak. → **Λ**
- *«RR = 5 ve 50 mm/h»* → Yerine konacak iki yağış şiddeti. → **RR = 5 ve 50 mm/h**
- *«r = 1 mm'lik damlaların»* → Damla yarıçapı; metreye çevrilir. → **N(r) = r = 0,001 m**
- *«N_0'ın kaçta kaçı?»* → $N/N_0 = e^{(-\Lambda r)}$ oranı isteniyor. → **N_0**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 7

Marshall–Palmer dağılımı — «Λ?» ve «N₀'ın kaçta kaçı?» deniyor; ikisi de bu dağılımdan gelir.

terimler

türetim

$$N(r) = N_0\, e^{-\Lambda r}, \qquad \Lambda = 8200\, RR^{-0{,}21}$$

N(r): r yarıçaplı damla sayısı · N₀: kesişim, ≈ 1,6×10⁷ m^{-4} · Λ: eğim parametresi, m^{-1} · RR: yağış şiddeti, mm/h

---

💎 **ÖZ:** Formül: Marshall–Palmer dağılımı

📋 Adım adım — Soru 7

Adımlar — kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) Λ** — Her şiddeti −0,21 üssüne kaldır, 8200 ile çarp. → **5848 · 3606 m⁻¹**
2. **(b) N/N₀** — r'yi metreye çevir, e üzeri (−Λr) al. → **0,0029 · 0,0272**
3. **(c) yorum** — İki oranı karşılaştır. → **iri damla ≈ 9,4 kat**

1. adım

2. adım

3. adım

⚠️ **Tuzak:** r'yi mm yazmak: e^(−5848) ≈ 0 çıkar; r = 0,001 m olmalı.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) Λ → (b) N/N₀ → (c) yorum

✓ Çözüm — Soru 7

sınav cevabı

(a)

- RR = 5: Λ = 8200 × $5^{-0,21}$ = **5848 m⁻¹**
- RR = 50: Λ = 8200 × $50^{-0,21}$ = **3606 m⁻¹**

(b) N/N₀ = $e^{-\Lambda r}$, r = 0,001 m:

- RR = 5: $e^{-5,848}$ = **0,0029**
- RR = 50: $e^{-3,606}$ = **0,0272**

(c) 50 mm/h'te 1 mm'lik damla göreli **≈ 9,4 kat** fazla → şiddet ↑, Λ ↓, **iri damla payı artar**.

⚠️ **Sık hata:** r'yi mm yazmak → $e^{-5848} \approx 0$.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → Λ: 5848 → 3606 m⁻¹; iri damla payı ≈ 9 kat artar.

S8 · Yağışa geçebilir su

tanım

TR: (a) 1000–600 hPa arasında ortalama özgül nem 12 g/kg ise PW? (b) 1000–850 hPa'da 14 g/kg, 850–500 hPa'da 6 g/kg ise PW? (c) Bu hava kolonundan en fazla bu kadar yağış mı düşer?

EN: Compute the precipitable water and comment on its meaning.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: g/kg → kg/kg (÷1000), hPa → Pa (×100).

📋 Ne istiyor? — Soru 8

formül

Ne istiyor? (a) Tek katmanlı, (b) iki katmanlı hava kolonunda PW (mm) ve (c) kolondan en fazla bu kadar mı yağış düşeceği.

Soru tipi: Hesap · yağışa geçebilir su (PW)

diyagram

- *precipitable water* → yağışa geçebilir su · $W = \bar{q}\cdot\Delta p \,/\, (\rho\cdot g)$

💎 **ÖZ:** Hesap · yağışa geçebilir su (PW)

📋 Verilenler — Soru 8

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«1000–600 hPa arasında»* → Katman kalınlığı Pa cinsinden. → **dp = 40 000 Pa**
- *«ortalama özgül nem 12 g/kg»* → Katmanın ortalama özgül nemi. → **q = 0,012 kg/kg**
- *«1000–850 hPa'da 14 g/kg»* → Alt katman: 15 000 Pa, q = 0,014. → **q = 0,014 kg/kg; 15 000 Pa**
- *«850–500 hPa'da 6 g/kg»* → Üst katman: 35 000 Pa, q = 0,006. → **q = 0,006 kg/kg; 35 000 Pa**
- *«PW?»* → Yağışa geçebilir su W isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 8

Yağışa geçebilir su — «PW?» deniyor; kolondaki bütün buharı su derinliğine çeviren tanım bu.

terimler

türetim

$$W = \frac{1}{\rho_w \, g} \int q \, dp$$

W: PW, su derinliği, m · q: özgül nem, kg/kg · dp: basınç farkı, Pa · ρw, g: 1000 kg/m³ ve 9,81 m/s²

💎 **ÖZ:** Formül: Yağışa geçebilir su

📋 Adım adım — Soru 8 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **birim** — q'yu kg/kg'a (÷1000), Δp'yi Pa'ya (×100) çevir. → **SI birimleri hazır**
2. **(a) W** — Ortalama q ile Δp'yi çarp, ρ·g'ye böl. → **W = 48,9 mm**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 8 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) W** — Her katmanı ayrı hesapla, topla. → **W = 42,8 mm**
4. **(c) yorum** — PW'nin olası su olduğunu, yağış olmadığını yaz. → **Hayır: PW ≠ yağış**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** hPa ile hesaplayıp 100 kat küçük sonuç bulmak ya da g/kg'ı kg/kg'a çevirmemek.

💎 **ÖZ:** Plan: birim → (a) W → (b) W → (c) yorum

✓ Çözüm — Soru 8

sınav cevabı

(a) $\bar{q}$ = 0,012 kg/kg, Δp = 40 000 Pa:

$$W = \frac{0{,}012 \times 40\,000}{1000 \times 9{,}81} = 0{,}0489 \text{ m}$$

- W = **48,9 mm**

(b) Katmanları topla:

- (0,014 × 15 000 + 0,006 × 35 000) / 9810 = 420 / 9810 = **42,8 mm**

(c) Hayır. PW yalnız o anki **olası** sudur. Fırtına çevreden nem toplar (yakınsama) → yağış PW'nin **katları** olabilir; bulut ve yağış süreci yoksa hiç yağmaz.

⚠️ **Sık hata:** hPa ile hesaplayıp 100 kat küçük sonuç bulmak.

adım adım

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 48,9 mm · 42,8 mm · PW ≠ yağış.

🔵 S9 · Kavram: türler ve şiddet sınıfı

tanım

(a) Çiseleme–yağmur sınırı nedir? Virga nedir? Sleet ile freezing rain farkı?

(b) Bir ölçer 40 dakikada 12 mm ölçtü. Şiddeti cm/h olarak bul ve sınıflandır.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: önce mm/h, sonra cm/h; sınırlar 0,5 ve 2,5 cm/h.

📋 Ne istiyor? — Soru 9

formül

Ne istiyor? (a) Çiseleme–yağmur sınırı, virga, sleet–freezing rain farkı; (b) 40 dk'da 12 mm yağışın şiddeti (cm/h) ve sınıfı.

Soru tipi: Kavram + hesap · yağış türü, şiddet

diyagram

- *freezing rain* → donan yağmur · sıvı düşer, yerde donar
- *rainfall intensity* → yağış şiddeti · i = derinlik / süre

💎 **ÖZ:** Kavram + hesap · yağış türü, şiddet

📋 Verilenler — Soru 9

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«40 dakikada»* → Ölçüm süresi; saate çevrilir. → **t = 0,667 h**
- *«12 mm ölçtü»* → Toplam yağış derinliği. → **P = 12 mm**
- *«Şiddeti cm/h olarak bul»* → i = P/t cm/h biriminde isteniyor. → **istenen**
- *«sınıflandır»* → Şiddet sınıfı (hafif/orta/şiddetli) belirlenecek. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 9

Yağış şiddeti — (b) «şiddeti bul» diyor; şiddet derinliğin süreye oranıdır.

terimler

$$i = \frac{P}{t}$$

i: yağış şiddeti, mm/h · P: yağış derinliği, mm · t: süre, h

Kullanılacak bilgi: Çap < 0,5 mm çiseleme · virga yere ulaşmaz · sleet havada, freezing rain yerde donar · < 0,5 düşük, 0,5–2,5 orta, > 2,5 cm/h yüksek.

💎 **ÖZ:** Formül: Yağış şiddeti

📋 Adım adım — Soru 9 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) sınır** — Damla çapına göre ayır, virgayı tanımla. → **0,5 mm · virga**
2. **(a) donma** — Donmanın nerede olduğuna bak: havada mı, yerde mi? → **havada ↔ yerde**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 9 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) i** — Süreyi saate çevir, derinliği süreye böl. → **i = 1,8 cm/h**
4. **(b) sınıf** — Sonucu 0,5 ve 2,5 cm/h sınırlarıyla karşılaştır. → **orta şiddet**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** 12 mm'yi doğrudan «12 mm/h» sanmak; süre 1 saat değil, 40 dakika.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) sınır → (a) donma → (b) i → (b) sınıf

✓ Çözüm — Soru 9

sınav cevabı

(a)

- Damla çapı **0,5 mm**: altı çiseleme, üstü yağmur.
- **Virga:** buluttan düşer, yere ulaşmadan buharlaşır.
- **Sleet:** yağmur başlar, düşerken **havada** donar (buz taneciği).
- **Freezing rain:** aşırı soğumuş sıvı düşer, **yerde** donar (buzlanma).

(b)

- i = 12 mm / (40/60 h) = **18 mm/h = 1,8 cm/h**
- 0,5 < 1,8 < 2,5 → **orta şiddet**

⚠️ **Sık hata:** 12 mm'yi doğrudan "12 mm/h" sanmak; süre 1 saat değil.

adım adım

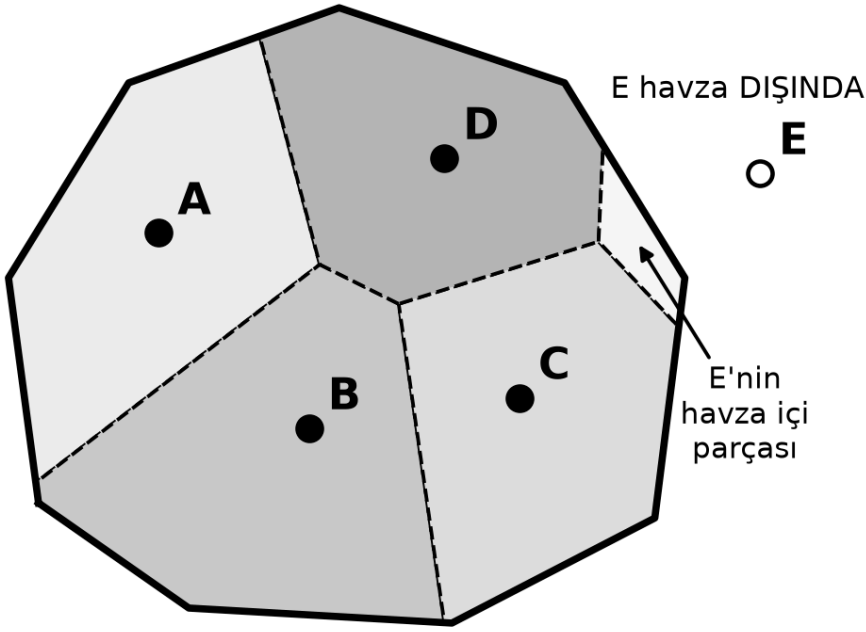
kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 18 mm/h = 1,8 cm/h → orta.

🔵 S10 · Thiessen ve aritmetik ortalama

tanım

Thiessen poligonları (şematik; alanlar arka sayfadaki tablodan)



kalın çizgi = havza sınırı · kesikli = Thiessen poligonu

Şekle bak: hangi ölçer havzanın dışında? Dış ölçerin havzaya düşen parçası var mı?

web'de çöz

💎 **ÖZ:** Veriler ve sorular arka sayfada.

🔵 S10 · (devam) Veriler ve sorular

Veriler (yağış mm / havza içi alan km²):

- A 42 / 120 · B 55 / 180 · C 68 / 150
- D 50 / 90 · E (havza dışında) 80 / 60

TR: (a) Aritmetik ortalama? (b) Thiessen ortalaması? (c) Neden farklı?

EN: Compute the arithmetic and Thiessen mean areal precipitation.

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: aritmetiğe E girmez; Thiessen'e E kendi alanıyla girer.

📋 Ne istiyor? — Soru 10

formül

Ne istiyor? (a) Aritmetik ortalama yağış, (b) Thiessen ortalaması ve (c) ikisinin neden farklı çıktığı.

Soru tipi: Hesap · aritmetik ve Thiessen ortalama

animasyon

- *areal mean precipitation* → alansal ortalama yağış · $\bar{P} = \Sigma A_i P_i / \Sigma A_i$
- *weighted by area* → alanla ağırlıklandırılmış · ağırlık = $A_i / \Sigma A_i$

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«A 42 / 120»* → A ölçeri: 42 mm, Thiessen alanı 120 km². → **P_i = 42 mm; 120 km²**
- *«B 55 / 180»* → B ölçeri: 55 mm, 180 km². → **P_i = 55 mm; 180 km²**
- *«C 68 / 150»* → C ölçeri: 68 mm, 150 km². → **P_i = 68 mm; 150 km²**
- *«D 50 / 90»* → D ölçeri: 50 mm, 90 km². → **P_i = 50 mm; 90 km²**
- *«E (havza dışında) 80 / 60»* → E havza dışında: aritmetiğe girmez, Thiessen'e 60 km² ile girer. → **A_i =**

80 mm; 60 km²

- *«Thiessen ortalaması?»* → Alan ağırlıklı ortalama isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Hesap · aritmetik ve Thiessen ortalama

📋 Hangi formül? — Soru 10

Thiessen ortalaması — «Thiessen ortalaması» deniyor; her ölçeri poligon alanıyla tartan kalıp bu.

terimler

türetim

$$\bar{P} = \frac{\sum A_i P_i}{\sum A_i}$$

$\bar{P}$: alansal ortalama yağış, mm · A_i: poligonun havza içi alanı · P_i: ölçerin yağışı, mm

---

💎 **ÖZ:** Formül: Thiessen ortalaması

📋 Adım adım — Soru 10 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) aritm.** — Yalnız havza içi 4 ölçeri topla, 4'e böl. → **$\bar{P}$ = 53,75 mm**
2. **(b) A·P** — Her ölçerin yağışını havza içi alanıyla çarp, topla. → **ΣA·P = 34 440**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 10 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) $\bar{P}$** — Toplamı havza alanına (600 km²) böl; ağırlıkları denetle. → **$\bar{P}$ = 57,4 mm**
4. **(c) fark** — Ağırlığı büyük ölçerlere bak. → **Thiessen > aritmetik**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** E'yi aritmetiğe katmak ya da Thiessen'den atmak.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) aritm. → (b) A·P → (b) $\bar{P}$ → (c) fark

✓ Çözüm — Soru 10

sınav cevabı

(a) Aritmetik — yalnız havza içi A, B, C, D:

- $\bar{P}$ = (42 + 55 + 68 + 50) / 4 = **53,75 mm**

(b) Thiessen — ΣA = 600 km²:

- A·P: 5040 + 9900 + 10 200 + 4500 + 4800 = 34 440
- $\bar{P}$ = 34 440 / 600 = **57,4 mm**
- Ağırlıklar: 0,20 · 0,30 · 0,25 · 0,15 · 0,10 (Σ = 1 ✓)

(c) Thiessen geniş alanlı C'ye (68 mm) ve dıştaki yağışlı E'ye ağırlık verir; aritmetik her ölçere eşit davranır.

⚠️ **Sık hata:** E'yi aritmetiğe katmak ya da Thiessen'den atmak.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → aritmetik 53,75 mm · Thiessen 57,4 mm.

S11 · İzohiyet yöntemi

tanım

TR: 150 km²'lik havzada izohiyetler arası alanlar: 10–20 mm → 40 km² · 20–30 mm → 60 km² · 30–40 mm → 35 km² · 40 mm'nin içi (tepe 48 mm) → 15 km². Havza ortalama yağışı?

EN: Compute the mean areal precipitation by the isohyetal method.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: her şerit için (alt + üst)/2; en içte üst = tepe değeri.

📋 Ne istiyor? — Soru 11

formül

Ne istiyor? İzohiyetler arası alanlar verilmiş 150 km²'lik havzanın ortalama yağışı ($\bar{P}$, mm).

Soru tipi: Hesap · izohiyet yöntemi

animasyon

- *isohyetal method* → izohiyet (eş yağış eğrisi) yöntemi · şerit alanı × şerit ortalaması

💎 **ÖZ:** Hesap · izohiyet yöntemi

📋 Verilenler — Soru 11

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«150 km²'lik havzada»* → Toplam alan, bölen. → **A_i = 150 km²**
- *«10–20 mm → 40 km²»* → Şerit ortalaması 15 mm, alan 40 km². → **P_i, P_{i+1} = 15 mm; 40 km²**
- *«20–30 mm → 60 km²»* → Şerit ortalaması 25 mm, alan 60 km². → **P_i, P_{i+1} = 25 mm; 60 km²**
- *«30–40 mm → 35 km²»* → Şerit ortalaması 35 mm, alan 35 km². → **P_i, P_{i+1} = 35 mm; 35 km²**
- *«(tepe 48 mm) → 15 km²»* → En iç şerit ortalaması (40+48)/2 = 44 mm. → **P_i, P_{i+1} = 44 mm; 15 km²**
- *«Havza ortalama yağışı?»* → Alan ağırlıklı ortalama $\bar{P}$ isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 11

İzohiyet ortalaması — Eğriler arası alanlar verilmiş; her şeridi kendi ortalamasıyla tartan kalıp bu.

terimler

türetim

$$\bar{P} = \frac{\sum A_i \dfrac{P_i + P_{i+1}}{2}}{\sum A_i}$$

A_i: iki izohiyet arası alan, km² · P_i, P_{i+1}: şeridin alt ve üst değeri, mm · $\bar{P}$: havza ortalama yağışı, mm

---

💎 **ÖZ:** Formül: İzohiyet ortalaması

📋 Adım adım — Soru 11 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **şerit ort.** — Her şeridin alt ve üst değerinin ortalamasını al. → **15 · 25 · 35 · 44 mm**
2. **A × ort.** — Her şerit alanını kendi ortalamasıyla çarp, topla. → **Σ = 3985**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 11 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **$\bar{P}$** — Toplamı havza alanına böl. → **$\bar{P}$ = 26,6 mm**
4. **neden** — Yöntemin artısını ve eksisini yaz. → **dağlık arazide uygun**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** En içteki şeride 40 ya da 45 yazmak; tepe değeri verildiyse (40 + 48)/2 = 44.

💎 **ÖZ:** Plan: şerit ort. → A × ort. → $\bar{P}$ → neden

✓ Çözüm — Soru 11

sınav cevabı

Adım 1 — Şerit ortalamaları: 15 · 25 · 35 · (40+48)/2 = 44 mm

Adım 2 — Alan × ortalama:

- 40·15 = 600 · 60·25 = 1500
- 35·35 = 1225 · 15·44 = 660
- Σ = **3985**

Adım 3 — $\bar{P}$ = 3985 / 150 = **26,6 mm**

Neden izohiyet? Eğriler orografiyi (dağ yamacında artış) yansıtır; Thiessen yalnız geometridir. Eksiği: eğrileri çizen kişiye bağlıdır.

⚠️ **Sık hata:** en içteki şeride 40 ya da 45 yazmak; tepe değeri verildiyse (40+48)/2.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → $\bar{P}$ = 3985/150 = 26,6 mm.

🔵 S12 · Optimum ölçer — slayt örneği

tanım

TR: Havzada 4 ölçerin yıllık yağışı 290, 125, 90 ve 475 cm. Kabul edilen hata %10. (a) Gereken toplam ölçer sayısı ve ek ölçer? (b) Slaytta N = 14 bulunmuş. Hata nerede?

EN: Find the optimum number of rain gauges for a 10% error.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: σ'yı n – 1 ile bul; C_v'yi % yaz; kareyi al.

📋 Ne istiyor? — Soru 12

formül

Ne istiyor? Hata %10'u geçmesin diye havzada toplam kaç ölçer (N) gerektiği, kaçının yeni kurulacağı ve slayttaki N = 14'ün neden yanlış olduğu.

Soru tipi: Hesap · optimum ölçer sayısı

diyagram

- *optimum number of rain gauges* → en uygun ölçer sayısı · $N = (C_v/\varepsilon)^2$ kalıbı
- *allowable error* → kabul edilen hata · ε, yüzde olarak paydaya

---

💎 **ÖZ:** Hesap · optimum ölçer sayısı

📋 Verilenler — Soru 12

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«4 ölçerin yıllık yağışı»* → Mevcut ölçer sayısı 4; C_v bu değerlerden. → **C_v = n = 4**
- *«290, 125, 90 ve 475 cm»* → Ortalama ve σ bu dört değerden hesaplanır. → **$C_v = \bar{x} = 245$ cm; σ = 176,4 cm**
- *«Kabul edilen hata %10»* → İzin verilen hata yüzdesi. → **ε = 10**
- *«Gereken toplam ölçer sayısı»* → N isteniyor, ek = N – 4. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 12

Optimum ölçer sayısı — Soru «hata %10 olsun, kaç ölçer?» diyor; ölçer sayısını hataya bağlayan tek kalıp bu.

terimler

türetim

$$N = \left(\frac{C_v}{\varepsilon} \right)^2$$

N: gereken toplam ölçer sayısı · C_v: değişim katsayısı = 100·σ/$\bar{x}$, % · ε: kabul edilen hata, %

💎 **ÖZ:** Formül: Optimum ölçer sayısı

📋 Adım adım — Soru 12 (1–3)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **ortalama** — Dört değeri topla, 4'e böl. → **$\bar{x}$ = 245 cm**
2. **σ** — Sapmaların karesini topla, n – 1 = 3'e böl, karekök al. → **σ = 176,4 cm**
3. **C_v** — σ'yı ortalamaya böl, 100 ile çarp. → **C_v = %72,0**

1. adım

2. adım

3. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (4–5).

📋 Adım adım — Soru 12 (4–5)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

4. **N** — C_v'yi hataya böl, karesini al; yukarı yuvarla, mevcut 4'ü çıkar. → **N = 52 · 48 ek**
5. **(b) hata** — Slayttaki hesabı adım adım karşılaştır. → **kare unutulmuş**

4. adım

5. adım

⚠️ **Tuzak:** σ'yı n ile bölmek ya da (C_v/ε)'un karesini almayı unutmak; N her zaman yukarı yuvarlanır.

💎 **ÖZ:** Plan: ortalama → σ → C_v → N → (b) hata

✓ Çözüm — Soru 12

sınav cevabı

Adım 1 — $\bar{x}$ = 980 / 4 = **245 cm**

Adım 2 — σ (n – 1): sapmalar 45 · –120 · –155 · 230

- kareler 2025 + 14 400 + 24 025 + 52 900 = 93 350
- σ = √(93 350 / 3) = **176,4 cm**

Adım 3 — C_v = 100 × 176,4 / 245 = **%72,0**

Adım 4 — N = (72,0 / 10)² = 51,8 → **52 ölçer → 48 ek**

(b) Slayt yalnız iki değeri (475 ve 90) almış ve **kareyi unutmuş**: C_v = 68,14 → 68,14/10 = 6,8 → 14'e yuvarlanmış.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → σ = 176,4 · C_v = %72 · N = 52 (48 ek).

S13 · Optimum ölçer + dağıtım

tanım

TR: 5 ölçerin yıllık yağışı 820, 1040, 760, 1310, 970 mm. Kabul edilen hata %5. (a) N ve ek ölçer? (b) Üç bölgenin alanı 250, 450, 300 km²; mevcut ölçer 1, 2, 2. Ek ölçerleri dağıt. (c) Hata %10 olsaydı?

EN: Find N and distribute the new gauges by area.

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: dağıtım = N × alan oranı − mevcut.

📋 Ne istiyor? — Soru 13

formül

Ne istiyor? (a) Hata %5 için N ve ek ölçer, (b) ek ölçerlerin üç bölgeye alanla dağıtımı, (c) hata %10 olsaydı N.

Soru tipi: Hesap · optimum ölçer + dağıtım

diyagram

- *optimum number of rain gauges* → en uygun ölçer sayısı · $N = (C_v/\varepsilon)^2$
- *distribute by area* → alana göre dağıt · N × alan oranı – mevcut

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«820, 1040, 760, 1310, 970 mm»* → Beş ölçerin değerleri; ortalama ve σ buradan. → **$C_v = \bar{x} = 980$ mm; $\sigma = 216$ mm**
- *«Kabul edilen hata %5»* → İzin verilen hata. → **$\varepsilon = 5$**
- *«250, 450, 300 km²»* → N alan oranına göre bölgelere dağıtılır. → **koşul = 0,25 · 0,45 · 0,30**
- *«mevcut ölçer 1, 2, 2»* → Ek = bölge payı – mevcut. → **koşul**

- *«Hata %10 olsaydı?»* → ε = 10 ile N yeniden. → **ε = 10**

💎 **ÖZ:** Hesap · optimum ölçer + dağıtım

📋 Hangi formül? — Soru 13

Optimum ölçer sayısı — «Hata %5, kaç ölçer?» diyor; ölçer sayısını hataya bağlayan kalıp bu.

terimler

türetim

$$N = \left(\frac{C_v}{\varepsilon} \right)^2$$

N: gereken toplam ölçer · C_v: değişim katsayısı = 100·σ/x̄, % · ε: kabul edilen hata, %

💎 **ÖZ:** Formül: Optimum ölçer sayısı

📋 Adım adım — Soru 13 (1–3)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **$\bar{x}$, σ** — Ortalamayı bul; sapma karelerini topla, n − 1 = 4'e böl, kök al. → **$\bar{x}$ = 980 · σ = 216,0 mm**
2. **C_v, N** — C_v'yi yüzde bul, 5'e böl, karesini al, yukarı yuvarla. → **N = 20 · 15 ek**
3. **(b) pay** — N'yi bölgelerin alan oranlarıyla çarp. → **5 · 9 · 6**

1. adım

2. adım

3. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (4–5).

📋 Adım adım — Soru 13 (4–5)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

4. **(b) ek** — Her bölgenin payından mevcut ölçeri çıkar; toplamı denetle. → **ek 4 · 7 · 4**
5. **(c) %10** — Aynı C_v ile ε = 10 al. → **N = 5** → **mevcut yeter**

4. adım

5. adım

⚠️ **Tuzak:** Dağıtımda mevcut ölçerleri çıkarmamak ya da N'yi aşağı yuvarlamak.

💎 **ÖZ:** Plan: $\bar{x}$, σ → C_v, N → (b) pay → (b) ek → (c) %10

✓ Çözüm — Soru 13

sınav cevabı

(a) $\bar{x}$ = 4900 / 5 = **980 mm**

- sapmalar –160 · 60 · –220 · 330 · –10 → Σkare = 186 600
- σ = √(186 600 / 4) = **216,0 mm** · C_v = **%22,0**
- N = (22,04 / 5)² = 19,4 → **20** → **15 ek**

(b) 20 × (0,25 · 0,45 · 0,30) = **5 · 9 · 6**

- ek = 5–1 · 9–2 · 6–2 = **4 · 7 · 4** (Σ 15 ✓)

(c) N = (22,04/10)² = 4,86 → **5** → mevcut ağ yeter.

Yorum: hata yarıya inince N ≈ 4 katına çıktı.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → N = 20 · ek 4/7/4 · %10'da N = 5.

GB B · Bölüm terimleri

EN (tür) · TR · örnek

- **rain gauge** (n) · yağış ölçeri · *The gauge is outside the basin.*
- **areal mean** (n) · alansal ortalama · *The areal mean is 57 mm.*
- **isohyet** (n) · eş yağış eğrisi · *Draw the isohyets first.*
- **reflectivity** (n) · yansıtıcılık · *Reflectivity is 43 dBZ.*
- **precipitable water** (n) · yağışa geçebilir su · *It is 49 mm.*
- **weight** (v) · ağırlıklandırmak · *Each gauge is weighted by area.*

Kalıp: *Each value **is weighted by** its area.* — Her değer alanıyla ağırlıklandırılır.

💎 **ÖZ:** "is weighted by" = Thiessen'i tek cümlede anlatır.

C · VERİ KALİTESİ, EKSTREMLER, PMP

🗺 C · Bu bölümde

- **C1** çift kütle · **C2** IDF · **C3** dönüş aralığı ve risk
- **C4** Horton derinlik–alan · **C5** dünya zarfı · **C6** PMP
- **S14–S24:** çift kütle ×2, IDF ×2, risk, Horton ×2, zarf, PMP ×3

💎 **ÖZ:** Önce verinin kalitesi (çift kütle), sonra ekstremler (IDF, PMP).

📌 C1 · ÇİFT KÜTLE EĞRİSİ — konu

Ne? Bir istasyon serisinin **tutarlı** (homojen) olup olmadığının testi.

Nerede? İstasyon taşındı, ölçer değişti, çevresi yapılaştı → seri bozulur.

Sınavda yaz:

- X: komşuların birikimli ortalaması · Y: test istasyonu birikimli
- Doğru = tutarlı · **eğim kırılması** = ölçüm koşulu değişti
- Güvenilir (genelde son) dönemin eğimine göre düzelt
- Tutarsız istasyon ya çıkarılır ya düzeltilip yeniden test edilir
- Eksik veriyi **doldurmaz** · seri 30–50 yıl olmalı

💎 **ÖZ:** Kırılma = istasyonda bir şey değişti; eski dönemi yeni eğime getir.

🧩 C1 · ÇİFT KÜTLE — formül

$$P_{cx} = P_x \frac{M_c}{M_a}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

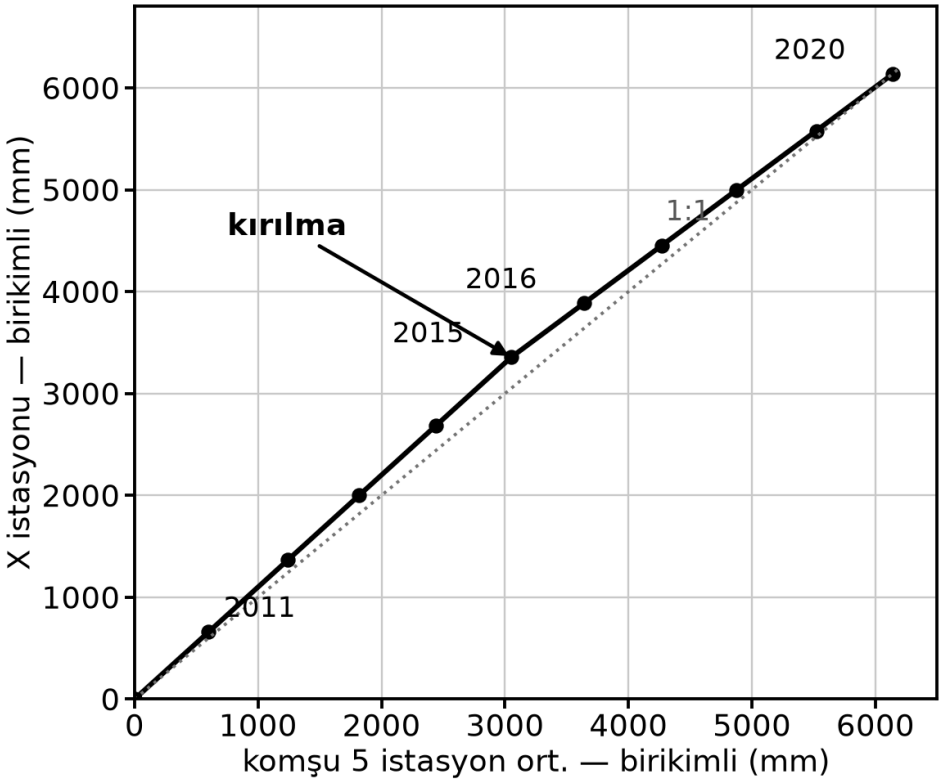
- P_x: orijinal değer · Pcx: düzeltilmiş değer
- Mc: güvenilir dönem eğimi · Ma: düzeltilen dönem eğimi

💎 **ÖZ:** Slayt: c.f. = 0,80 / 1,1 = 0,727.

S14 · Çift kütle eğrisi

tanım

X istasyonu ile 5 komşunun birikimli yağışı (2011–2020)



X istasyonu 2016 başında yeni bir yere taşındı.
Grafikte bunu nereden görürsün?

web'de çöz

ÖZ: Veriler ve sorular arka sayfada.

🔵 S14 · (devam) Veriler ve sorular

Yıllık yağış (mm), 2011 → 2020:

- Komşu ort.: 600 · 640 · 580 · 620 · 610 | 590 · 630 · 600 · 650 · 620
- X: 660 · 704 · 638 · 682 · 671 | 531 · 567 · 540 · 585 · 558

TR: (a) İki dönemin eğimi? (b) Düzeltme katsayısı (son dönem güvenilir)? (c) 2011–2015'in düzeltilmiş değerleri?

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: eğim = Σ X / Σ komşu (her dönem için ayrı).

📋 Ne istiyor? — Soru 14

formül

Ne istiyor? (a) Taşınma öncesi ve sonrası iki dönemin eğimi, (b) düzeltme katsayısı, (c) 2011–2015 değerlerinin düzeltilmiş hali.

Soru tipi: Hesap · çift kütle düzeltmesi

animasyon

- *double-mass curve* → çift kütle eğrisi · eğim kırılması = ölçüm koşulu değişti
- *correction factor* → düzeltme katsayısı · c.f. = Mc / Ma

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«Komşu ort.: 600 · 640 · 580 · 620 · 610»* → İlk dönem komşu toplamı 3050. → **Ma = 3050 mm**
- *«X: 660 · 704 · 638 · 682 · 671»* → X'in ilk dönem değerleri, toplamı 3355; düzeltilecek. → **P_x = 3355 mm**
- *«531 · 567 · 540 · 585 · 558»* → X'in son dönemi, toplamı 2781. → **Mc = 2781 mm**
- *«son dönem güvenilir»* → Mc son dönem eğimi; eski dönem düzeltilir. → **koşul**

- *«Düzeltme katsayısı»* → Mc/Ma oranı isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Hesap · çift kütle düzeltmesi

📋 Hangi formül? — Soru 14

Çift kütle düzeltmesi — «Düzeltme katsayısı» ve «düzeltilmiş değerler» isteniyor; eski dönemi yeni eğime taşıyan kalıp bu.

terimler

türetim

$$P_{cx} = P_x \frac{M_c}{M_a}$$

Pcx: düzeltilmiş değer · P_x: orijinal değer · Mc: güvenilir (son) dönem eğimi · Ma: düzeltilen (eski) dönem eğimi

---

💎 **ÖZ:** Formül: Çift kütle düzeltmesi

📋 Adım adım — Soru 14

Adımlar — kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) eğim** — Her dönemde X toplamını komşu toplamına böl. → **1,10 · 0,90**
2. **(b) c.f.** — Güvenilir eğimi düzeltilecek eğime böl. → **c.f. = 0,818**
3. **(c) düzelt** — Eski dönemin her yılını 0,818 ile çarp. → **540 · 576 · 522 · 558 · 549**

1. adım

2. adım

3. adım

⚠️ **Tuzak:** Katsayıyı ters kurmak (1,10/0,90) ya da düzeltmeyi yeni döneme uygulamak.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) eğim → (b) c.f. → (c) düzelt

✓ Çözüm — Soru 14

sınav cevabı

(a) Eğimler (dönem toplamlarının oranı):

- 2011–15: 3355 / 3050 = **1,10**
- 2016–20: 2781 / 3090 = **0,90**

(b) Son dönem güvenilir → Mc = 0,90, Ma = 1,10

- c.f. = 0,90 / 1,10 = **0,818**

(c) Eski × 0,818: 660 → **540** · 704 → **576** · 638 → **522** · 682 → **558** · 671 → **549**

⚠️ **Sık hata:** katsayıyı ters kurmak (1,10/0,90) ya da yeni döneme uygulamak.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → eğim 1,10 / 0,90 · c.f. = 0,818 · 660 → 540.

S15 · Kavram: veri kalitesi

tanım

TR: (a) Çift kütle eğrisinde kırılmanın üç olası nedeni? (b) Çift kütle eğrisi eksik bir yılı doldurur mu? (c) Düzeltme neden genelde **son** döneme göre yapılır? (d) Seri neden en az 30 yıl olmalı?

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: kırılma iklimden değil, ölçümden gelir.

📋 Ne istiyor? — Soru 15

formül

Ne istiyor? (a) Kırılmanın üç nedeni, (b) çift kütle eksik yılı doldurur mu, (c) neden son döneme göre düzeltilir, (d) neden ≥ 30 yıl.

Soru tipi: Kavram · veri kalitesi (çift kütle)

animasyon

- *consistency of a record* → serinin tutarlılığı · çift kütle ile test edilir
- *fill in missing data* → eksik veriyi doldurmak · normal oran yöntemi (F)

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«kırılmanın üç olası nedeni»* → Eğim değişiminin nedenleri isteniyor. → **istenen**
- *«eksik bir yılı doldurur mu»* → Yöntemin eksik veri doldurup doldurmadığı soruluyor. → **istenen**
- *«en az 30 yıl olmalı»* → Seri uzunluğu gerekçesi isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Kavram · veri kalitesi (çift kütle)

📋 Hangi formül? — Soru 15

Kullanılacak bilgi: Kırılma = ölçüm koşulu değişti (taşınma, ölçer, çevre, bakım). Çift kütle tutarlılığı test eder, eksik doldurmaz. Seri ≥ 30 yıl.

terimler

türetim

💎 **ÖZ:** Formül: Kırılma = ölçüm koşulu değişti (taşınma, ölçer, çevre, bakım

📋 Adım adım — Soru 15 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) neden** — Ölçüm koşulunu değiştiren olayları say. → **taşınma · ölçer · çevre**
2. **(b) eksik** — Çift kütlenin işini yaz: test eder ve düzeltir. → **Hayır, doldurmaz**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 15 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(c) son** — Hangi dönemin bugünü temsil ettiğini yaz. → **seri bugüne uyar**
4. **(d) 30 yıl** — Seri uzunluğunun gerekçesini yaz. → **≥ 30 yıl**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Çift kütle eğrisinin eksik yılı doldurduğunu sanmak; o iş normal oran yöntemiyle yapılır.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) neden → (b) eksik → (c) son → (d) 30 yıl

✓ Çözüm — Soru 15

sınav cevabı

(a) İstasyonun **taşınması** · ölçer tipinin/yüksekliğinin değişmesi · çevrede **yapılaşma**, ağaç (rüzgâr gölgesi) · bakım–kalibrasyon eksikliği.

(b) Hayır. Yalnız tutarlılığı test eder ve düzeltir. Eksik yıl komşulardan doldurulur (bkz. F · normal oran).

(c) Son dönem bugünkü ölçüm koşulunu temsil eder; seri bugüne uyumlu olsun diye eskisi düzeltilir.

(d) İklim normali 30 yıldır; kısa seride tek bir yağışlı ya da kurak yıl eğimi bozar.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → taşınma · ölçer · çevre · bakım; doldurmaz; ≥ 30 yıl.

📌 C2 · IDF (ŞİDDET–SÜRE–SIKLIK) — konu

Ne? Süre uzadıkça **ortalama şiddet azalır**; dönüş aralığı büyüdükçe şiddet artar.

Nerede? Drenaj, menfez, rasyonel yöntemin I'sı.

$$i = \frac{C}{t^{\,n}} \qquad (t > 120 \text{ dk})$$

Sınavda yaz:

- Kısa süre (5–120 dk): i = a / (t + b)
- 2 bilinmeyen → 2 (t, i) çifti · log alınca doğru: log i = log C – n log t
- Sabitler **yere bağlı** · derinlik = i × t

💎 **ÖZ:** 5 dakikalık yağış, 30 dakikalık ortalamadan daha şiddetlidir.

🧩 C2 · IDF (kısa süre) — formül

$$i = \frac{a}{t + b}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- i: şiddet (mm/h) · t: süre (dk)
- a, b: yere bağlı sabitler (iki noktadan)

💎 **ÖZ:** b, t ile aynı birimde (dk).

S16 · IDF: a ve b sabitleri

tanım

TR: Bir istasyonda 10 dakikalık şiddet 120 mm/h, 60 dakikalık şiddet 45 mm/h (aynı T). i = a/(t + b) ile: (a) a ve b? (b) 30 dakikalık şiddet ve derinlik? (c) 5 dakikalık şiddet?

EN: Fit i = a/(t + b) to two points and find the 30-min intensity and depth.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: a = i(t + b) iki noktada eşit → b çıkar.

📋 Ne istiyor? — Soru 16

formül

Ne istiyor? (a) İki noktadan a ve b, (b) 30 dakikalık şiddet ve yağış derinliği, (c) 5 dakikalık şiddet.

Soru tipi: Hesap · IDF a ve b sabitleri

diyagram

- *intensity–duration–frequency* → şiddet–süre–sıklık (IDF) · kısa süre: i = a / (t + b)
- *fit to two points* → iki noktaya uydur · a = i(t + b) iki noktada eşit

---

💎 **ÖZ:** Hesap · IDF a ve b sabitleri

📋 Verilenler — Soru 16

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«10 dakikalık şiddet 120 mm/h»* → Birinci nokta: t = 10, i = 120. → **i = 120 mm/h; t = 10 dk**
- *«60 dakikalık şiddet 45 mm/h»* → İkinci nokta: t = 60, i = 45. → **i = 45 mm/h; t = 60 dk**
- *«i = a/(t + b)»* → İki noktadan a ve b çözülecek. → **a, b**
- *«30 dakikalık şiddet ve derinlik»* → t = 30 için i ve i·t isteniyor. → **t = 30 dk**
- *«5 dakikalık şiddet»* → t = 5 için i isteniyor. → **t = 5 dk**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 16

IDF (kısa süre) — Soru «i = a/(t + b) ile» diyor; iki bilinmeyen için iki (t, i) çifti verilmiş.

terimler

türetim

$$i = \frac{a}{t + b}$$

i: yağış şiddeti, mm/h · t: süre, dk · a, b: yere bağlı sabitler (b dk)

💎 **ÖZ:** Formül: IDF (kısa süre)

📋 Adım adım — Soru 16 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) b** — a'yı iki noktada eşitle, b'yi çöz. → **b = 20 dk**
2. **(a) a** — b'yi bir noktaya koy. → **a = 3600**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 16 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) 30 dk** — Şiddeti bul, saatle çarpıp derinliğe çevir. → **72 mm/h · 36 mm**
4. **(c) 5 dk** — t = 5 koy. → **144 mm/h**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Derinlik için t'yi dakika bırakmak: 72 × 30 = 2160 mm çıkar.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) b → (a) a → (b) 30 dk → (c) 5 dk

✓ Çözüm — Soru 16

sınav cevabı

(a) a iki noktada aynı:

- 120(10 + b) = 45(60 + b) → 1200 + 120b = 2700 + 45b
- 75b = 1500 → **b = 20 dk** · a = 120 × 30 = **3600**

(b) i(30) = 3600 / 50 = **72 mm/h**

- derinlik = 72 × 0,5 h = **36 mm**

(c) i(5) = 3600 / 25 = **144 mm/h**

Kontrol: i(60) = 3600/80 = 45 ✓ · süre ↑ → şiddet ↓ ✓

⚠️ **Sık hata:** derinlik için t'yi dakika bırakmak (72 × 30 = 2160 mm!).

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → b = 20 · a = 3600 · 72 mm/h · 36 mm.

S17 · IDF: C ve n (uzun süre)

tanım

TR: 3 saatlik şiddet 18 mm/h, 12 saatlik şiddet 7 mm/h. $i = C/t^n$ (t saat) ile: (a) n ve C? (b) 6 saatlik şiddet ve toplam yağış?

EN: Fit $i = C/t^n$ and estimate the 6-hour rainfall depth.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: iki denklemi oranla → C gider, n kalır.

📋 Ne istiyor? — Soru 17

formül

Ne istiyor? (a) İki noktadan n ve C, (b) 6 saatlik şiddet ve 6 saatte düşen toplam yağış.

Soru tipi: Hesap · IDF C ve n (uzun süre)

diyagram

- *power-law IDF relation* → üslü IDF bağıntısı · $i = C / t^n$, t saat
- *rainfall depth* → yağış derinliği · derinlik = i × t

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«3 saatlik şiddet 18 mm/h»* → Birinci nokta. → **i = 18 mm/h; t = 3 h**
- *«12 saatlik şiddet 7 mm/h»* → İkinci nokta. → **i = 7 mm/h; t = 12 h**
- *«$i = C/t^n$ (t saat)»* → Oran alınarak n, sonra C bulunur; t saat cinsinden. → **C, n**
- *«6 saatlik şiddet ve toplam yağış»* → t = 6 h için i ve i·t isteniyor. → **t = 6 h**

💎 **ÖZ:** Hesap · IDF C ve n (uzun süre)

📋 Hangi formül? — Soru 17

IDF (uzun süre) — Soru «i = C/tⁿ ile» diyor; iki noktayı oranlayınca C gider, n kalır.

terimler

türetim

$$i = \frac{C}{t^{\,n}}$$

i: yağış şiddeti, mm/h · t: süre, saat · C, n: yere bağlı sabitler

---

💎 **ÖZ:** Formül: IDF (uzun süre)

📋 Adım adım — Soru 17 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) n** — İki denklemi oranla, ln al. → **n = 0,681**
2. **(a) C** — n'yi bir noktaya koy: C = i · t^n. → **C = 38,0**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 17 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) i(6)** — t = 6 koy. → **i = 11,2 mm/h**
4. **(b) P** — Şiddeti 6 saatle çarp. → **P = 67,3 mm**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** t'yi dakika almak: C değişir; sabitler hangi birimle bulunduysa onunla kullanılır.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) n → (a) C → (b) i(6) → (b) P

✓ Çözüm — Soru 17

sınav cevabı

(a) Oran alınca C sadeleşir:

$$n = \frac{\ln(i_1/i_2)}{\ln(t_2/t_1)} = \frac{\ln(18/7)}{\ln 4} = \frac{0{,}9445}{1{,}3863} = 0{,}681$$

- C = 18 × $3^{0{,}681}$ = 18 × 2,113 = **38,0**

(b) i(6) = 38,0 / $6^{0{,}681}$ = 38,0 / 3,39 = **11,2 mm/h**

- 6 saatte derinlik = 11,2 × 6 = **67,3 mm**

Kontrol: i(12) = 38,0 / $12^{0{,}681}$ = 7,0 ✓

⚠️ **Sık hata:** C'nin birimi t'nin birimine bağlı; t'yi dakika alırsan C değişir.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → n = 0,681 · C = 38,0 · 11,2 mm/h · 67,3 mm.

📌 C3 · DÖNÜŞ ARALIĞI VE RİSK — konu

Ne? T yıllık olay: herhangi bir yılda aşılma olasılığı **p = 1/T**.

Nerede? Baraj, köprü, drenaj: yapının ömrü boyunca risk.

Sınavda yaz:

- 100 yıllık yağış = her yıl **%1** olasılık
- "100 yılda **kesin** bir kez olur" → **YANLIŞ**
- n yılda hiç aşılmama: $(1 - 1/T)^n$
- T = n ise risk ≈ **%63** (ömür kadar T yetmez)

💎 **ÖZ:** Dönüş aralığı bir takvim değil, bir olasılıktır.

🧩 C3 · RİSK — formül

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{n}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- R: n yılda **en az bir** aşılma olasılığı
- T: dönüş aralığı (yıl) · n: ömür (yıl)

💎 **ÖZ:** Tersten T: $1/T = 1 - (1-R)^{1/n}$.

🔵 S18 · Risk ve tasarım dönüş aralığı

tanım

TR: (a) 30 yıl ömürlü bir menfezde 100 yıllık yağışın en az bir kez aşılma olasılığı? (b) 50 yıllık olay, 50 yıl içinde? (c) Ömür 50 yıl, kabul edilen risk %10 → tasarım T? (d) 25 yıllık olayın 10 yılda **hiç** aşılmama olasılığı?

EN: Compute the risks and the design return period.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: (c)'de $(1 - 1/T)^{50} = 0{,}90$'ı T için çöz.

📋 Ne istiyor? — Soru 18

formül

Ne istiyor? (a) 30 yılda 100 yıllığın, (b) 50 yılda 50 yıllığın aşılma riski, (c) %10 risk için tasarım T, (d) 10 yılda hiç aşılmama.

Soru tipi: Hesap · risk ve tasarım dönüş aralığı

animasyon

- *return period* → dönüş aralığı · her yıl aşılma olasılığı p = 1/T
- *probability of exceedance* → aşılma olasılığı · $R = 1 - (1 - 1/T)^n$

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«30 yıl ömürlü bir menfezde»* → Yapı ömrü. → **n = 30 yıl**
- *«100 yıllık yağışın»* → Dönüş aralığı; yıllık aşılma olasılığı 0,01. → **T = 100 yıl**
- *«50 yıllık olay, 50 yıl içinde»* → T = 50, n = 50. → **T = 50 yıl; n = 50**
- *«kabul edilen risk %10»* → R verilip T aranıyor. → **R = 0,10**

- *«25 yıllık olayın 10 yılda»* → Hiç aşılmama = $(1 - 1/25)^{10}$. → **T = 25 yıl; n = 10**

💎 **ÖZ:** Hesap · risk ve tasarım dönüş aralığı

📋 Hangi formül? — Soru 18

Risk — «n yılda en az bir kez aşılma olasılığı» soruluyor; bu formülün tanımı tam bu.

terimler

türetim

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^{n}$$

R: n yılda en az bir aşılma olasılığı · T: dönüş aralığı, yıl · n: yapı ömrü, yıl

---

💎 **ÖZ:** Formül: Risk

📋 Adım adım — Soru 18 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) risk** — p = 1/100 al; 0,99'un 30. kuvvetini 1'den çıkar. → **R = %26,0**
2. **(b) T = n** — Aynı formülle T = n = 50. → **R = %63,6**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 18 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(c) T** — $(1 - 1/T)^{50} = 0{,}90$ yaz; iki tarafın 1/50. kuvvetini al. → **T ≈ 475 yıl**
4. **(d) hiç** — Hiç aşılmama: $(1 - 1/T)^{n}$; 1'den çıkarma yok. → **%66,5**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** (a)'da 30/100 = %30 demek: olasılıklar toplanmaz, çarpılır.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) risk → (b) T = n → (c) T → (d) hiç

✓ Çözüm — Soru 18

sınav cevabı

(a) $1 - 0{,}99^{30} = 1 - 0{,}740 =$ **%26,0**

(b) $1 - 0{,}98^{50} = 1 - 0{,}364 =$ **%63,6**

(c) $(1 - 1/T)^{50} = 0{,}90$

- $1 - 1/T = 0{,}90^{1/50} = 0{,}997895$
- $1/T = 0{,}002105 \rightarrow$ **T ≈ 475 yıl**

(d) $(1 - 1/25)^{10} = 0{,}96^{10} =$ **%66,5**

Yorum: %10 risk için ömrün ~10 katı T gerekir.

⚠️ **Sık hata:** (a)'da 30/100 = %30 demek (olasılıklar toplanmaz).

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → %26,0 · %63,6 · T ≈ 475 yıl · %66,5.

📌 C4 · HORTON DERİNLİK–ALAN — konu

Ne? Alan büyüdükçe **ortalama derinlik azalır** (fırtına merkezinden uzaklaştıkça).

Nerede? DAD analizi, baraj tasarımı: nokta değeri bütün havzaya uygulanmaz.

$$\ln \ln \frac{P_m}{P} = \ln k + n \ln A$$

Sınavda yaz:

- İç logaritma **ln** olmak zorunda (e tabanından gelir)
- P = Pm satırı kullanılamaz: ln 1 = 0 → ln 0 tanımsız
- k, n'yi başka bir çiftle **kontrol et**

💎 **ÖZ:** İki kez ln al → doğru → iki noktadan k ve n.

🧩 C4 · HORTON (1924) — formül

$$P = P_m \, e^{-kA^n}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- Pm: fırtına merkezindeki en büyük derinlik
- A: alan (km²) · k, n: sabitler

💎 **ÖZ:** konu anlatımında 500 ve 5000 km² çifti çözüldü.

S19 · Horton: ders verisi

tanım

TR: Pm = 54 cm. 500 km²'de ortalama derinlik 51 cm, 5000 km²'de 39 cm. (a) k ve n? (b) 1000 km²'de ortalama derinlik? (Tabloda 48 cm.)

EN: Find k and n of Horton's depth–area relation and P at 1000 km².

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: her nokta için y = ln ln(Pm/P), x = ln A.

📋 Ne istiyor? — Soru 19

formül

Ne istiyor? (a) Horton bağıntısının k ve n sabitleri, (b) 1000 km²'de ortalama derinlik (tablodaki 48 cm ile kıyas).

Soru tipi: Hesap · Horton derinlik–alan (k, n)

diyagram

- *depth–area relation* → derinlik–alan bağıntısı · P = Pm · e^(–k·Aⁿ)
- *storm centre* → fırtına merkezi · Pm: merkezdeki en büyük derinlik

---

💎 **ÖZ:** Hesap · Horton derinlik–alan (k, n)

📋 Verilenler — Soru 19

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«Pm = 54 cm»* → Fırtına merkezindeki en büyük derinlik. → **Pm = 54 cm**
- *«500 km²'de ortalama derinlik 51 cm»* → Birinci nokta. → **P = 51 cm; A = 500 km²**
- *«5000 km²'de 39 cm»* → İkinci nokta. → **P = 39 cm; A = 5000 km²**
- *«k ve n?»* → Horton katsayıları isteniyor. → **k, n**
- *«1000 km²'de ortalama derinlik?»* → A = 1000 için P isteniyor. → **A = 1000 km²**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 19 (1/2)

Horton derinlik–alan — Alan büyüdükçe derinliğin nasıl azaldığı soruluyor; iki kez ln alınca doğruya dönen kalıp bu.

terimler

türetim

$$P = P_m\, e^{-kA^n}$$

P: A alanındaki ortalama derinlik · Pm: merkezdeki en büyük derinlik · A: alan, km² · k, n: sabitler

---

💎 **ÖZ:** Horton derinlik–alan

📋 Hangi formül? — Soru 19 (2/2)

Doğrusal biçim — İki noktadan k ve n bulmak için bağıntı y = ln k + n·x doğrusuna çevrilir.

$$\ln \ln \frac{P_m}{P} = \ln k + n \ln A$$

y: ln ln(Pm/P) · x: ln A · n: doğrunun eğimi · ln k: doğrunun kesişimi

---

💎 **ÖZ:** Doğrusal biçim

📋 Adım adım — Soru 19 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **x, y** — Her nokta için y = ln ln(Pm/P) ve x = ln A hesapla. → **y_1 = −2,862 · y_2 = −1,123**
2. **n** — Doğrunun eğimini al. → **n = 0,755**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 19 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **k** — Bir noktadan ln k'yı çöz, e üzeri al. → **k = 5,23×10⁻⁴**
4. **(b) P** — Aⁿ'yi bul, k ile çarp, Pm·e^(−kAⁿ) hesapla. → **P = 49,0 cm (tablo 48 ✓)**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** İç logaritmada $\log_{10}$ kullanmak; bağıntı e tabanından gelir, iki logaritma da ln olmalı.

💎 **ÖZ:** Plan: x, y → n → k → (b) P

✓ Çözüm — Soru 19

sınav cevabı

(a)

- A=500: ln(54/51) = 0,05716 → y_1 = **−2,862** · x_1 = 6,215
- A=5000: ln(54/39) = 0,3254 → y_2 = **−1,123** · x_2 = 8,517
- n = (−1,123 + 2,862) / (8,517 − 6,215) = **0,755**
- ln k = −2,862 − 0,755 × 6,215 = −7,556 → **k = 5,23×10⁻⁴**

(b) $1000^{0,755}$ = 184,1 → kAⁿ = 0,0963

- P = 54 × $e^{-0,0963}$ = **49,0 cm** (tablo 48 ✓)

Slayt: n = 0,753, K = 0,00053 (yuvarlama farkı).

⚠️ **Sık hata:** iç logaritmada $\log_{10}$ kullanmak.

adım adım

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → n = 0,755 · k = 5,23×10⁻⁴ · P(1000) = 49,0 cm.

S20 · Horton: yeni havza

tanım

TR: Pm = 30 cm. 100 km²'de ortalama 28 cm, 2000 km²'de 20 cm. (a) k ve n? (b) 500 ve 1000 km² için ortalama derinlik? (c) "10 km²'de 30 cm" satırı neden kullanılamaz?

EN: Fit Horton's equation and compute depths at 500 and 1000 km².

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: S19 ile aynı yol; önce y_1, y_2.

📋 Ne istiyor? — Soru 20

formül

Ne istiyor? (a) k ve n, (b) 500 ve 1000 km² için ortalama derinlik, (c) «10 km²'de 30 cm» satırının neden kullanılamadığı.

Soru tipi: Hesap · Horton, yeni havza

diyagram

- *depth–area relation* → derinlik–alan bağıntısı · ln ln(Pm/P) = ln k + n ln A

💎 **ÖZ:** Hesap · Horton, yeni havza

📋 Verilenler — Soru 20

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«Pm = 30 cm»* → Merkezdeki en büyük derinlik. → **Pm = 30 cm**
- *«100 km²'de ortalama 28 cm»* → Birinci nokta. → **P = 28 cm; A = 100 km²**
- *«2000 km²'de 20 cm»* → İkinci nokta. → **P = 20 cm; A = 2000 km²**
- *«500 ve 1000 km² için ortalama derinlik»* → Bu alanlarda P isteniyor. → **A = 500 ve 1000 km²**
- *«"10 km²'de 30 cm" satırı»* → P = Pm olduğundan log tanımsız kalır. → **koşul**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 20

Horton (doğrusal biçim) — S19 ile aynı tip; iki noktadan doğrunun eğimi n, kesişimi ln k.

terimler

türetim

$$\ln \ln \frac{P_m}{P} = \ln k + n \ln A$$

Pm: merkezdeki en büyük derinlik · P: A alanındaki ortalama derinlik · A: alan, km² · k, n: sabitler

---

💎 **ÖZ:** Formül: Horton (doğrusal biçim)

📋 Adım adım — Soru 20 (1–3)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **x, y** — Her nokta için y = ln ln(Pm/P) ve x = ln A hesapla. → **$y_1 = -2{,}674$ · $y_2 = -0{,}903$**
2. **n, k** — Eğimi al; bir noktadan ln k'yı çöz. → **n = 0,591 · $k = 4{,}53\times10^{-3}$**
3. **(b) 500** — A^n, kA^n, sonra P = Pm·e^(−kA^n). → **P = 25,1 cm**

1. adım

2. adım

3. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (4–5).

📋 Adım adım — Soru 20 (4–5)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

4. **(b) 1000** — Aynı yolu A = 1000 için tekrarla.
   → **P = 22,9 cm**
5. **(c) ln 0** — P = Pm koyunca ne olduğuna bak.
   → **kullanılamaz**

4. adım

5. adım

⚠️ **Tuzak:** P = Pm satırını doğruya sokmak: ln 1 = 0, ln 0 tanımsız.

💎 **ÖZ:** Plan: x, y → n, k → (b) 500 → (b) 1000 → (c) ln 0

✓ Çözüm — Soru 20

sınav cevabı

(a)

- $y_1 = \ln \ln(30/28) =$ **–2,674** · $x_1 = \ln 100 = 4{,}605$
- $y_2 = \ln \ln(30/20) =$ **–0,903** · $x_2 = \ln 2000 = 7{,}601$
- $n = 1{,}771 / 2{,}996 =$ **0,591**
- $\ln k = -2{,}674 - 0{,}591 \times 4{,}605 \rightarrow$ **$k = 4{,}53\times10^{-3}$**

(b)

- 500 km²: $500^{0{,}591} = 39{,}4 \rightarrow kA^n = 0{,}178 \rightarrow P = 30 \times e^{-0{,}178} =$ **25,1 cm**
- 1000 km²: $1000^{0{,}591} = 59{,}3 \rightarrow kA^n = 0{,}269 \rightarrow$ **22,9 cm**

(c) P = Pm → ln(Pm/P) = 0 → ln 0 tanımsız.

adım adım

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → n = 0,591 · k = $4{,}53\times10^{-3}$ · 25,1 / 22,9 cm.

📌 C5 · DÜNYA ZARFI — konu

Ne? Dünya rekor nokta yağışları log–log eksende bir doğruya yaslanır; üstünden geçen çizgi = **zarf**.

Nerede? Bölge rekorunu dünya sınırıyla kıyaslamak; PMP ve dolusavak bağlamı.

Sınavda yaz:

- Birimler: R **cm**, D **saat** (30 dk → D = 0,5)
- Ortalama şiddet = R / D = 42,2 × $D^{-0,525}$
- Slayt "approximated" der → yaklaşık; yeni rekor aşabilir
- Eğim 0,475 < 1: süre 10 kat → derinlik ≈ 3 kat

💎 **ÖZ:** Süre uzar, toplam artar, ortalama şiddet düşer.

🧩 C5 · ZARF — formül

$$R = 42{,}2\ D^{\,0{,}475}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- R: zarf derinliği (**cm**) · D: süre (**saat**)
- 42,2: D = 1 h'teki değer · 0,475: log–log eğim

💎 **ÖZ:** Ters çözüm: D = (R/42,2)'nin 2,105. kuvveti.

S21 · Zarf denklemi

tanım

TR: Zarf denklemiyle (R cm, D saat): (a) 3 saat için zarf derinliği ve ortalama şiddet? (b) 30 dakika için? (c) Zarf hangi sürede 150 cm'e ulaşır?

EN: Use the world envelope curve for 3 h and 30 min; find D for 150 cm.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: 30 dk → D = 0,5; (c)'de üs 1/0,475 = 2,105.

📋 Ne istiyor? — Soru 21

formül

Ne istiyor? (a) 3 saat ve (b) 30 dakika için zarf derinliği ve ortalama şiddet, (c) zarfın 150 cm'e ulaştığı süre.

Soru tipi: Hesap · dünya zarf eğrisi

diyagram

- *world envelope curve* → dünya zarf eğrisi · R = 42,2 · D^0,475
- *record point rainfall* → rekor nokta yağışı · rekorlar zarfın altında kalır

---

💎 **ÖZ:** Hesap · dünya zarf eğrisi

📋 Verilenler — Soru 21

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«Zarf denklemiyle (R cm, D saat)»* → R = 42,2·D^0,475; R cm, D saat. → **42,2 = 42,2 ve 0,475**
- *«3 saat için»* → Süre. → **D = 3 h**
- *«30 dakika için»* → Süre saate çevrilir. → **D = 0,5 h**
- *«150 cm'e ulaşır»* → R verilip D aranıyor. → **R = 150 cm**
- *«zarf derinliği ve ortalama şiddet»* → R ve R/D isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 21

Dünya zarfı — «Zarf denklemiyle» deniyor; süreden rekor derinliğe giden bağıntı bu.

terimler

türetim

$$R = 42{,}2\ D^{\,0{,}475}$$

R: zarf derinliği, cm · D: süre, saat · 42,2: D = 1 h'teki değer · 0,475: log–log eğim

---

💎 **ÖZ:** Formül: Dünya zarfı

📋 Adım adım — Soru 21 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) 3 h** — D = 3 koy; derinliği süreye bölüp şiddeti bul. → **71,1 cm · 23,7 cm/h**
2. **(b) 30 dk** — 30 dakikayı 0,5 saate çevir, aynı yolu izle. → **30,4 cm · 60,7 cm/h**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 21 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(c) D** — Formülü D için çöz: üs 1/0,475 = 2,105. → **D = 14,4 saat**
4. **yorum** — Süre, derinlik ve şiddet değişimini kıyasla. → **süre** ↑ → **şiddet** ↓

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** D'ye 30 yazmak: süre dakika değil saat olmalı (D = 0,5).

💎 **ÖZ:** Plan: (a) 3 h → (b) 30 dk → (c) D → yorum

✓ Çözüm — Soru 21

sınav cevabı

(a) $3^{0,475}$ = 1,685 → R = **71,1 cm** · $\bar{i}$ = 71,1/3 = **23,7 cm/h**

(b) $0{,}5^{0,475}$ = 0,719 → R = **30,4 cm** · $\bar{i}$ = 30,4/0,5 = **60,7 cm/h**

(c)

$$D = \left(\frac{150}{42{,}2}\right)^{2{,}105} = 3{,}555^{2{,}105} = 14{,}4 \text{ saat}$$

Yorum: 30 dk → 3 h: süre 6 kat, derinlik 2,3 kat, şiddet 2,6 kat düştü.

⚠️ **Sık hata:** D'ye 30 yazmak (dakika).

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 71,1 cm · 30,4 cm · 14,4 h.

📌 C6 · PMP (HERSHFIELD) — konu

Ne? Belli yer ve süre için fiziksel olarak **olası en büyük** yağış derinliği.

Nerede? Büyük baraj dolusavağı, PMF; proje bölgesinin üst sınırı.

Sınavda yaz — 6 adım:

1. Her yılın 1 günlük maksimumu → seri
2. En büyüğü Xm
3. Xm'yi **çıkar** → kalanın ortalaması ve σ
4. Km hesapla
5. **Tüm** serinin ortalaması ve σ
6. PMP = tüm ort. + Km × tüm σ

💎 **ÖZ:** "n – 1" = maksimumu çıkarılmış seri; bölen değil.

🧩 C6 · Km — formül

$$K_m = \frac{X_m - \bar{X}_{n-1}}{\sigma_{n-1}}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- Xm: en büyük değer · $\bar{X}_{n-1}$, σ_{n-1}: Xm'siz seri

💎 **ÖZ:** Km = en uç olay kaç σ uzakta?

🧩 C6 · PMP — formül

$$PMP = \bar{X}_n + K_m \sigma_n$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- $\bar{X}_n$, σ_n: **tüm** serinin (Xm dahil) ort. ve σ'sı
- PMP: mm = kg/m² · slayt popülasyon σ kullanır

💎 **ÖZ:** Km'de kısa seri, PMP'de tüm seri.

🔵 S22 · Hershfield PMP

tanım

TR: Bir istasyonun 12 yıllık 1 günlük maksimumları (mm): 62, 48, 75, 55, 90, 68, 52, 58, 210, 70, 64, 80. Popülasyon σ ile Km ve PMP?

EN: Estimate the PMP by Hershfield's method (population standard deviation).

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: önce 210'u ayır; 11 değerle Km, 12 değerle PMP.

📋 Ne istiyor? — Soru 22

formül

Ne istiyor? 12 yıllık 1 günlük maksimumlardan, popülasyon σ ile frekans katsayısı Km ve olası en büyük yağış (PMP).

Soru tipi: Hesap · Hershfield PMP

animasyon

- *probable maximum precipitation* → olası en büyük yağış (PMP) · PMP = $\bar{X}_n + Km \cdot \sigma_n$
- *frequency factor* → frekans katsayısı · Km: Xm'siz seriyle

---

💎 **ÖZ:** Hesap · Hershfield PMP

📋 Verilenler — Soru 22

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«12 yıllık 1 günlük maksimumları»* → Yıllık maksimum serisi, n = 12. → $\bar{X}_n$ **= n = 12**
- *«62, 48, 75, 55, 90, 68, 52, 58, 210, 70, 64, 80»* → Seri; en büyük değer 210 Xm olur. → **Xm = 210 mm**
- *«Popülasyon σ ile»* → Standart sapmada n'e bölünür. → σ_n **= 41,53 mm**
- *«Km ve PMP?»* → Hershfield katsayısı ve PMP isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 22 (1/2)

Frekans katsayısı — Hershfield yöntemi isteniyor; önce en uç olayın sıradan yıllardan kaç σ uzakta olduğu bulunur.

terimler

türetim

$$K_m = \frac{X_m - \bar{X}_{n-1}}{\sigma_{n-1}}$$

Km: frekans katsayısı · Xm: serinin en büyük değeri · $\bar{X}_{n-1}$: Xm'siz serinin ortalaması · σ_{n-1}: Xm'siz serinin σ'sı

💎 **ÖZ:** Frekans katsayısı

📋 Hangi formül? — Soru 22 (2/2)

PMP — Km bulununca tüm serinin ortalaması ve σ'sıyla PMP'ye geçilir.

$$PMP = \bar{X}_n + K_m \sigma_n$$

PMP: olası en büyük yağış, mm · $\bar{X}_n$: tüm serinin ortalaması · σ_n: tüm serinin σ'sı

💎 **ÖZ:** PMP

📋 Adım adım — Soru 22 (1–3)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **Xm** — En büyük değeri seç, seriden ayır. → **Xm = 210 mm**
2. **kısa seri** — Kalan 11 değerin ortalamasını ve σ'sını bul. → **65,64 · 12,05 mm**
3. **Km** — Xm'nin kısa seri ortalamasından uzaklığını σ'ya böl. → **Km = 11,98**

1. adım

2. adım

3. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (4–5).

📋 Adım adım — Soru 22 (4–5)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

4. **tüm seri** — 12 değerin hepsiyle ortalama ve σ bul. → **77,67 · 41,53 mm**
5. **PMP** — Tüm ortalamaya Km × tüm σ ekle. → **PMP ≈ 575 mm**

4. adım

5. adım

⚠️ **Tuzak:** Km'de tüm seriyi, PMP'de kısa seriyi kullanmak (doğrusu tam tersi).

💎 **ÖZ:** Plan: Xm → kısa seri → Km → tüm seri → PMP

✓ Çözüm — Soru 22 (1) — Km

sınav cevabı

Adım 1 — Xm = **210 mm**

Adım 2 — Kalan 11 değer:

- toplam 722 → $\bar{X}_{n-1}$ = **65,64 mm**
- Σ(X – $\bar{X}$)² = 1596,5 → σ_{n-1} = √(1596,5/11) = **12,05 mm**

Adım 3 —

$$K_m = \frac{210 - 65{,}64}{12{,}05} = 11{,}98$$

Neden çıkardık? 210 ortalamayı ve σ'yı yukarı çeker; "sıradan yıllar" bulanır. Önce onların davranışını bul, sonra 210'un uzaklığını ölç.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Km = 11,98: 210 mm, sıradan yılların ≈ 12σ üstünde.

✓ Çözüm — Soru 22 (2) — PMP

Adım 4 — Tüm 12 değer:

- toplam 932 → $\bar{X}_n$ = **77,67 mm**
- Σ(X − $\bar{X}$)² = 20 700,7 → σ_n = √(20 700,7/12) = **41,53 mm**

Adım 5 — PMP = 77,67 + 11,98 × 41,53 ≈ **575 mm** (1 günlük)

Yorum: PMP gözlenen maksimumun ≈ 2,7 katı. Örneklem σ (n−1 bölen) ile Km = 11,43, PMP = 573 mm — hangisini kullandığını **yaz**.

⚠️ **Sık hata:** Km'de tüm seriyi, PMP'de kısa seriyi kullanmak.

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 65,64 · 12,05 · Km 11,98 · 77,67 · 41,53 · PMP ≈ 575 mm.

S23 · Ters Hershfield ve Hatay

tanım

TR: (a) $\bar{X}_n$ = 80 mm, σ_n = 40 mm, PMP = 400 mm ise Km? (b) Hatay (48 yıl): Xm = 432,1; $\bar{X}_{n-1}$ = 91,21; σ_{n-1} = 37,39; $\bar{X}_n$ = 98,31; σ_n = 61,15. Km ve PMP? (c) 432,1 seride olmasaydı PMP 211 mm çıkıyor. Neden bu kadar düştü?

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: (c)'de iki şey birden değişir: Km ve σ_n.

📋 Ne istiyor? — Soru 23

formül

Ne istiyor? (a) PMP'den geriye Km, (b) Hatay serisinden Km ve PMP, (c) 432,1 çıkarılınca PMP'nin neden 211 mm'ye düştüğü.

Soru tipi: Hesap + yorum · ters Hershfield, Hatay

animasyon

- *outlier* → aykırı değer · tek değer Km'yi ve σ_n'yi büyütür

---

💎 **ÖZ:** Hesap + yorum · ters Hershfield, Hatay

📋 Verilenler — Soru 23

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«PMP = 400 mm»* → Verilen PMP; Km geri çözülecek. → **PMP = 400 mm**
- *«Xm = 432,1»* → Serinin en büyük değeri. → **Xm = 432,1**
- *«σ_{n-1} = 37,39»* → En büyük çıkarılınca kalan serinin σ'sı. → **σ_{n-1} = 37,39**
- *«σ_n = 61,15»* → Tüm serinin σ'sı. → **σ_n = 61,15**
- *«PMP 211 mm çıkıyor»* → Uç değer çıkarılınca PMP neden düştü, açıklanacak. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 23 (1/2)

PMP — Km bulununca tüm serinin ortalaması ve σ'sıyla PMP'ye geçilir.

terimler

türetim

$$PMP = \bar{X}_n + K_m \sigma_n$$

PMP: olası en büyük yağış, mm · $\bar{X}_n$: tüm serinin ortalaması · σ_n: tüm serinin σ'sı

💎 **ÖZ:** PMP

📋 Hangi formül? — Soru 23 (2/2)

Frekans katsayısı — Hershfield yöntemi isteniyor; önce en uç olayın sıradan yıllardan kaç σ uzakta olduğu bulunur.

$$K_m = \frac{X_m - \bar{X}_{n-1}}{\sigma_{n-1}}$$

Km: frekans katsayısı · Xm: serinin en büyük değeri · $\bar{X}_{n-1}$: Xm'siz serinin ortalaması · σ_{n-1}: Xm'siz serinin σ'sı

💎 **ÖZ:** Frekans katsayısı

📋 Adım adım — Soru 23 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) Km** — PMP formülünü Km için çöz. → **Km = 8,0**
2. **(b) Km** — Hatay kısa seri değerleriyle Km bul. → **Km = 9,12**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 23 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) PMP** — Tüm seri ortalaması + Km × tüm σ. → **PMP = 655,8 kg/m²**
4. **(c) neden** — 432,1 çıkınca Km'nin ve σ_n'nin ne olduğuna bak. → **iki yoldan düştü**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Tek aykırı değerin PMP'yi iki yoldan (Km ve σ_n) büyüttüğünü görmemek; önce değeri test et.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) Km → (b) Km → (b) PMP → (c) neden

✓ Çözüm — Soru 23

sınav cevabı

(a) Km = (PMP – $\bar{X}_n$) / σ_n = (400 – 80) / 40 = **8,0**

(b) Km = (432,1 – 91,21) / 37,39 = **9,12**

- PMP = 98,31 + 9,12 × 61,15 = **655,8 kg/m²**
  (Türkiye'nin en yükseği)

(c) Tek değer iki yoldan büyütüyordu:

- **Km düşer:** yeni maksimum 198,7, kalanın yalnız ≈ 3σ üstünde → 9,12 → **3,21**
- **σ_n küçülür:** 61,15 → **37,39**
- PMP 655,8 → **211,2** (üç kat fark)

Ders: önce o değer gerçek mi, test et (çift kütle).

adım adım

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → Km = 8 · Hatay 9,12 → 655,8 · tek aykırı değer PMP'yi üçe katlar.

S24 · Kavram: PMP

tanım

TR: (a) PMP ile 100 yıllık yağışın farkı? (b) Elinde yalnız 1 haftalık saatlik veri var; PMP hesaplanır mı? (c) Yüksek PMP'li ilde mutlaka daha çok sel olur mu? (d) PMP'nin birimi kg/m² ise mm'ye nasıl çevrilir?

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: risk ↔ üst sınır; temsil; sel = yağış + havza + insan.

📋 Ne istiyor? — Soru 24

formül

Ne istiyor? (a) PMP ile 100 yıllık yağışın farkı, (b) 1 haftalık veriyle PMP olur mu, (c) yüksek PMP = çok sel mi, (d) kg/m² → mm.

Soru tipi: Kavram · PMP

animasyon

- *probable maximum precipitation* → olası en büyük yağış · fiziksel üst sınır
- *100-year rainfall* → 100 yıllık yağış · her yıl %1 aşılma olasılığı

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«PMP ile 100 yıllık yağışın farkı»* → Risk tabanlı ile fiziksel üst sınır ayrımı isteniyor. → **istenen**
- *«1 haftalık saatlik veri»* → Seri çok kısa; temsil gücü sorgulanıyor. → **koşul**
- *«birimi kg/m² ise mm'ye»* → Su yoğunluğuyla 1 kg/m² = 1 mm. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Kavram · PMP

📋 Hangi formül? — Soru 24

Kullanılacak bilgi: PMP fiziksel üst sınır, T yıllık yağış kabul edilen risk. PMP için ≥ 30 yıllık temiz seri gerekir. Yüksek PMP ≠ çok sel. 1 kg/m² = 1 mm.

terimler

türetim

💎 **ÖZ:** Formül: PMP fiziksel üst sınır, T yıllık yağış kabul edilen risk. PM

📋 Adım adım — Soru 24 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) fark** — Riski ve üst sınırı ayır. → **risk ↔ üst sınır**
2. **(b) veri** — Serinin bölgeyi temsil edip etmediğine bak. → **temsil etmez**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 24 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(c) sel** — Selin yalnız yağışa bağlı olmadığını yaz. → **Hayır**
4. **(d) birim** — 1 kg suyun 1 m²'ye yayıldığını düşün. → **1 kg/m² = 1 mm**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** PMP'yi «çok büyük dönüş aralıklı yağış» sanmak; PMP olasılık değil, fiziksel üst sınırdır.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) fark → (b) veri → (c) sel → (d) birim

✓ Çözüm — Soru 24

sınav cevabı

(a) 100 yıllık yağış = **kabul edilen risk** (her yıl %1). PMP = fiziksel **üst sınır**; risk kabul edilmeyen yapılar (büyük baraj) için.

(b) Hesaplanır ama sonuç "o haftanın" maksimumudur, **bölgeyi temsil etmez**. ≥ 30 yıllık temiz seri gerekir.

(c) Hayır (slayt notu). Sel sayısı havza yapısına, kentleşmeye, dere yatağına da bağlı; PMP ile sel sayısı paralel değil.

(d) 1 kg su 1 m^2'ye yayılırsa 1 mm: **1 kg/m^2 = 1 mm**.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → PMP üst sınır, T yıllık risk; yüksek PMP ≠ çok sel.

GB C · Bölüm terimleri

EN (tür) · TR · örnek

- **double-mass curve** (n) · çift kütle eğrisi · *The curve breaks in 2016.*
- **consistency** (n) · tutarlılık · *Check the consistency first.*
- **return period** (n) · dönüş aralığı · *A 100-year return period.*
- **exceed** (v) · aşmak · *The flood exceeded the design.*
- **envelope curve** (n) · zarf eğrisi · *It lies above the records.*
- **outlier** (n) · aykırı değer · *One outlier triples the PMP.*
- **spillway** (n) · dolusavak · *The spillway was too small.*

Kalıp: *A 100-year flood **is likely to be exceeded** within 30 years with 26% probability.*

💎 **ÖZ:** "is likely to be exceeded" = risk cümlesinin kalıbı.

D • HAZNE VE BUHARLAŞMA

🗺 D • Bu bölümde

- **D1** hazne bütçesi (dolma süresi, sabit seviye bırakımı)
- **D2** buharlaşma: tava, Dalton, Harbeck–Meyers
- **S25–S29:** hazne ×2, tava, Harbeck–Meyers, buharlaşma enerjisi

---

💎 **ÖZ:** Hazne = küçük bir su bütçesi; en büyük kaybı buharlaşma.

📌 D1 · HAZNE BÜTÇESİ — konu

Ne? Hazne seviyesinin değişimi = yağış − buharlaşma + net giriş/alan.

Nerede? İSKİ, DSİ hazne işletmesi: dolma süresi, kurak yılda bırakım.

Sınavda yaz:

- Bütün terimleri **m/yıl**'a çevir
- mm/gün × 365 / 1000 → m/yıl · $m^3/s \times 3{,}1536\times10^7 / A$ → m/yıl
- Kararlı durum (dh/dt = 0): **Qout = Qin + (P − E)·A**
- Slayt hatası: 1,0 − 0,4015 + 0,552 = **1,150** (slaytta 1,05)
- Titizce: E(göl) = Kp × E(tava)

💎 **ÖZ:** Ara adımları yaz: slayttaki sonuç bile toplama hatası içeriyor.

🧩 D1 · HAZNE — formül

$$\frac{dh}{dt} = P - E + \frac{Q_{in} - Q_{out}}{A}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- h: seviye (m) · P, E: m/yıl · A: yüzey alanı (m^2)
- Qin, Qout: giren, bırakılan debi (m^3/s)

💎 **ÖZ:** Q/A'yı m/yıl'a çevirmek için × 3,1536×10⁷.

🔵 S25 · Hazne: slayt örneği (doğru çözüm)

tanım

TR: A = 10⁸ m²; P = 1,0 m/yıl; E = 1,1 mm/gün; Qin = 1,75 m³/s; Qout = 0; yeraltı yok. (a) dh/dt? (b) Seviye kaç yılda 3 m yükselir? (c) 3 m'de sabit tutmak için Qout? (d) Slayttaki 2,9 yıl nereden?

EN: Find the rate of rise, the time to rise 3 m and the steady-state release.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: her terimi m/yıl yap, sonra topla.

📋 Ne istiyor? — Soru 25

formül

Ne istiyor? (a) Seviyenin yükselme hızı dh/dt, (b) 3 m yükselme süresi, (c) 3 m'de sabit tutan Qout, (d) slayttaki 2,9 yılın kaynağı.

Soru tipi: Hesap · hazne su bütçesi

animasyon

- *rate of rise* → seviyenin yükselme hızı · dh/dt, m/yıl
- *steady-state release* → kararlı durum bırakımı · dh/dt = 0 → Qout

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«A = 10⁸ m²»* → Hazne yüzey alanı. → **A = 10⁸ m²**
- *«P = 1,0 m/yıl»* → Yüzeye düşen yağış. → **P, E = 1,0 m/yıl**
- *«E = 1,1 mm/gün»* → Buharlaşma; m/yıl'a çevrilir. → **P, E = 0,4015 m/yıl**
- *«Qin = 1,75 m³/s»* → Giriş debisi; A'ya bölünüp m/yıl olur. → **Qin, Qout = 0,552 m/yıl**
- *«Qout = 0»* → Çıkış yok. → **Qin, Qout = 0**

- *«kaç yılda 3 m yükselir»* → 3 m / (dh/dt) isteniyor. → **h = 3 m**

💎 **ÖZ:** Hesap · hazne su bütçesi

📋 Hangi formül? — Soru 25

Hazne bütçesi — «dh/dt?» ve «sabit seviye için Qout?» deniyor; seviyeyi giren–çıkana bağlayan bağıntı bu.

terimler

türetim

$$\frac{dh}{dt} = P - E + \frac{Q_{in} - Q_{out}}{A}$$

h: hazne seviyesi, m · P, E: yağış ve buharlaşma, m/yıl · Qin, Qout: giren ve bırakılan debi, m^3/s · A: yüzey alanı, m^2

💎 **ÖZ:** Formül: Hazne bütçesi

📋 Adım adım — Soru 25 (1–3)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **birim** — E'yi ve Qin/A'yı m/yıl'a çevir. → **0,4015 · 0,552 m/yıl**
2. **(a) dh/dt** — Yağışı ekle, buharlaşmayı çıkar, net girişi ekle. → **dh/dt = 1,150 m/yıl**
3. **(b) süre** — 3 m'yi yükselme hızına böl. → **t = 2,61 yıl**

1. adım

2. adım

3. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (4–5).

📋 Adım adım — Soru 25 (4–5)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

4. **(c) Qout** — dh/dt = 0 koy, Qout'u çöz; m/yıl'ı m^3/s'ye çevir. → **Qout = 3,65 m^3/s**
5. **(d) slayt** — Slayttaki toplamı kendi toplamınla karşılaştır. → **toplama hatası**

4. adım

5. adım

⚠️ **Tuzak:** Terimleri farklı birimlerde toplamak; slayttaki gibi 1,05 yazıp 2,9 yıl bulmak.

💎 **ÖZ:** Plan: birim → (a) dh/dt → (b) süre → (c) Qout → (d) slayt

✓ Çözüm — Soru 25

sınav cevabı

(a) Birimleri eşitle:

- E = 1,1 × 365 / 1000 = **0,4015 m/yıl**
- Qin/A = 1,75 × 3,1536×10⁷ / 10⁸ = **0,552 m/yıl**
- dh/dt = 1,0 − 0,4015 + 0,552 = **1,150 m/yıl**

(b) 3 / 1,150 = **2,61 yıl**

(c) dh/dt = 0 → Qout = 1,150 × 10⁸ / 3,1536×10⁷ = **3,65 m³/s**

(d) Slayt toplamı 1,05 yazmış → 3/1,05 = 2,86 ≈ 2,9 yıl ve 3,33 m³/s. Doğrusu 1,150.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 1,150 m/yıl · 2,61 yıl · Qout = 3,65 m³/s.

S26 · Hazne: bir yaz ayı

tanım

TR: 25 km²'lik hazne, temmuz (31 gün): P = 10 mm; tava 7 mm/gün, Kp = 0,7; Qin = 12 m³/s; Qout = 15 m³/s. (a) Ay sonunda seviye değişimi? (b) Hacim değişimi? (c) Seviyeyi sabit tutacak Qout?

EN: Compute the monthly level change and the release that keeps the level constant.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: bu kez her terimi bir ay için mm'ye çevir.

📋 Ne istiyor? — Soru 26

formül

Ne istiyor? Temmuzda (31 gün) hazne seviyesinin değişimi (mm), hacim değişimi (m^3) ve seviyeyi sabit tutacak Qout.

Soru tipi: Hesap · hazne, aylık bütçe

animasyon

- *pan coefficient* → tava katsayısı · E(göl) = Kp × E(tava)
- *change in reservoir level* → hazne seviyesi değişimi · Δh = P − E + (Qin − Qout)Δt/A

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«25 km^2'lik hazne»* → Hazne alanı. → **koşul = 25×10⁶ m²**
- *«temmuz (31 gün)»* → Süre saniyeye çevrilir. → **Δt = 2 678 400 s**
- *«P = 10 mm»* → Hazne yüzeyine yağış. → **Δh = +10 mm**
- *«tava 7 mm/gün»* → Tava buharlaşması. → **Epan = 7 mm/gün**
- *«Kp = 0,7»* → Tava katsayısı. → **Kp = 0,7**

- *«Qin = 12 m^3/s»* → Giriş debisi. → **Δh = 12 m^3/s**
- *«Qout = 15 m^3/s»* → Çıkış debisi. → **Δh = 15 m^3/s**

💎 **ÖZ:** Hesap · hazne, aylık bütçe

📋 Hangi formül? — Soru 26

Hazne bütçesi (bir ay) — Bir aylık seviye değişimi soruluyor; terimler ay için mm'ye çevrilip toplanır.

terimler

türetim

$$\Delta h = P - K_p\, E_{pan} + \frac{(Q_{in} - Q_{out})\,\Delta t}{A}$$

Δh: seviye değişimi, mm · Kp: tava katsayısı · Epan: tava buharlaşması, mm · Δt: süre, s (31 gün)

💎 **ÖZ:** Formül: Hazne bütçesi (bir ay)

📋 Adım adım — Soru 26 (1–3)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **E(göl)** — Tava buharlaşmasını Kp ve gün sayısıyla çarp. → **E(göl) = 151,9 mm**
2. **net akış** — (Qin – Qout)'u 31 günle çarp, alana böl. → **–321,4 mm**
3. **(a) Δh** — Yağışı ekle, buharlaşmayı ve net çıkışı çıkar. → **Δh = –463 mm**

1. adım

2. adım

3. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (4–5).

📋 Adım adım — Soru 26 (4–5)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

4. **(b) ΔV** — Δh'yi m'ye çevir, alanla çarp. → **ΔV = −1,16×10⁷ m³**
5. **(c) Qout** — Δh = 0 koy, Qout'u çöz. → **Qout = 10,68 m³/s**

4. adım

5. adım

⚠️ **Tuzak:** Tava değerini Kp ile çarpmadan kullanmak ya da debiyi aylık derinliğe çevirmemek.

💎 **ÖZ:** Plan: E(göl) → net akış → (a) Δh → (b) ΔV → (c) Qout

✓ Çözüm — Soru 26

sınav cevabı

(a) 31 gün = 2 678 400 s

- E(göl) = 0,7 × 7 × 31 = **151,9 mm**
- Net akış = (12 – 15) × 2 678 400 / 25×10⁶ = –0,3214 m = **–321,4 mm**
- Δh = 10 – 151,9 – 321,4 = **–463 mm**

(b) ΔV = –0,4633 × 25×10⁶ = **–1,16×10⁷ m³**

(c) Δh = 0 → Qout = 12 + (0,010 – 0,1519) × 25×10⁶ / 2 678 400 = 12 – 1,32 = **10,68 m³/s**

Yorum: yazın buharlaşma büyük → bırakım kısılmalı.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → Δh = –463 mm · ΔV = –1,16×10⁷ m³ · Qout = 10,68 m³/s.

📌 D2 · BUHARLAŞMA — konu

Ne? Sıvı → buhar; enerji ister: ≈ 580 cal/g ≈ 2,43×10⁶ J/kg.

$$E = (e_s - e_a)(a + b\,u) \qquad \text{(Dalton)}$$

Sınavda yaz:

- En çok: **sıcak, rüzgârlı, kuru** gün
- Class A tavası → **potansiyel** buharlaşma (açık su)
- E(göl) = Kp × E(tava) · Kp ≈ 0,7–0,75
- Kp yüksek: nadas, nemli, zayıf rüzgâr · düşük: ekili, kuru, kuvvetli rüzgâr

---

💎 **ÖZ:** Buharlaşma = enerji (güneş) + buhar açığı + rüzgâr.

🧩 D2 · HARBECK–MEYERS — formül

$$E = b\,u_2\,(e_s - e_2)$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- u_2: 2 m'de rüzgâr (m/s) · e: buhar basıncı (mb)
- b ≈ 0,0119 (göller için) → E (cm/gün)

💎 **ÖZ:** e_2 = bağıl nem × e_s(hava sıcaklığı).

🔵 S27 · Tava katsayısı

tanım

TR: Bir ayda (30 gün) Class A tavasında 186 mm buharlaşma ölçüldü. Kp = 0,7; göl alanı 12 km². (a) Göl buharlaşması (mm ve m³)? (b) Günlük ortalama? (c) Bu değer bitki örtülü bir alanın ET'si midir?

EN: Estimate the lake evaporation from pan data.

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: göl, tavadan daha az buharlaştırır → çarp, bölme.

📋 Ne istiyor? — Soru 27

formül

Ne istiyor? (a) Göl buharlaşması (mm ve m^3), (b) günlük ortalama, (c) bu değerin bitki örtülü alanın ET'si olup olmadığı.

Soru tipi: Hesap · tava katsayısı

tanım

- *pan coefficient* → tava katsayısı · E(göl) = Kp × E(tava)
- *potential evaporation* → potansiyel buharlaşma · tava açık su değerini verir

---

💎 **ÖZ:** Hesap · tava katsayısı

📋 Verilenler — Soru 27

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«Bir ayda (30 gün)»* → Süre; günlük ortalama için bölen. → **koşul = 30 gün**
- *«186 mm buharlaşma ölçüldü»* → Tava buharlaşması. → **Epan = 186 mm**
- *«Kp = 0,7»* → Tava katsayısı. → **Kp = 0,7**
- *«göl alanı 12 km²»* → Hacim için alan. → **koşul = 12×10^6 m²**
- *«Göl buharlaşması (mm ve m³)?»* → Elake derinlik ve hacim olarak isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 27

Tava katsayısı — Tava ölçümü verilmiş, göl buharlaşması soruluyor; ikisini bağlayan katsayı Kp.

terimler

$$E_{lake} = K_p \times E_{pan}$$

Elake: göl buharlaşması, mm · Kp: tava katsayısı, ≈ 0,7–0,75 · Epan: Class A tava ölçümü, mm

---

💎 **ÖZ:** Formül: Tava katsayısı

📋 Adım adım — Soru 27 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) mm** — Tava değerini Kp ile çarp. → **E(göl) = 130,2 mm**
2. **(a) m^3** — Derinliği m'ye çevir, göl alanıyla çarp. → **$V = 1{,}56 \times 10^6$ m^3**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 27 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) günlük** — Aylık değeri 30'a böl. → **4,34 mm/gün**
4. **(c) ET mi** — Tavanın neyi ölçtüğünü yaz. → **Hayır**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Tava değerini Kp'ye bölmek: göl tavadan az buharlaştırır, çarpılır.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) mm → (a) m^3 → (b) günlük → (c) ET mi

✓ Çözüm — Soru 27

sınav cevabı

(a) E(göl) = 0,7 × 186 = **130,2 mm**

- V = 0,1302 m × 12×10⁶ m² = **1,56×10⁶ m³**

(b) Tava 186/30 = 6,2 mm/gün → göl **4,34 mm/gün**

(c) Hayır. Tava açık su (potansiyel) buharlaşmasını verir. Bitki örtüsü için **farklı** katsayı gerekir; yoğun terleyen örtüde (golf sahası) katsayı **> 1** olabilir.

Neden göl < tava? Tavanın metal kenarı ve küçük su hacmi güneşte hızla ısınır; göl büyük ısı kapasiteli.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 130,2 mm · 1,56×10⁶ m³ · 4,34 mm/gün.

S28 · Harbeck–Meyers

tanım

TR: Göl yüzeyi 25 °C (e_s = 31,7 mb). 2 m'de hava 22 °C (e_s = 26,4 mb), bağıl nem %60, u_2 = 3 m/s, b = 0,0119. (a) Günlük buharlaşma? (b) Rüzgâr 6 m/s olursa? (c) Bağıl nem %90 olursa?

EN: Estimate lake evaporation with the Harbeck–Meyers equation.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: e_2 = 0,60 × 26,4; sonuç cm/gün çıkar.

📋 Ne istiyor? — Soru 28

formül

Ne istiyor? (a) Gölün günlük buharlaşması, (b) rüzgâr 6 m/s olursa, (c) bağıl nem %90 olursa buharlaşma.

Soru tipi: Hesap · Harbeck–Meyers buharlaşması

diyagram

- *vapour pressure deficit* → buhar basıncı açığı · $e_s - e_2$, mb
- *mass transfer method* → kütle transferi yöntemi · $E = b \cdot u_2 \cdot (e_s - e_2)$

💎 **ÖZ:** Hesap · Harbeck–Meyers buharlaşması

📋 Verilenler — Soru 28

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«Göl yüzeyi 25 °C (e_s = 31,7 mb)»* → Yüzeydeki doymuş buhar basıncı. → **$e_s - e_2$ = 31,7 mb**
- *«(e_s = 26,4 mb)»* → 2 m havasının doyma basıncı; e_2 buradan. → **$e_s - e_2$ = 26,4 mb**
- *«bağıl nem %60»* → e_2 = 0,60 × 26,4. → **$e_s - e_2 = e_2$ = 15,84 mb**
- *«u_2 = 3 m/s»* → 2 m rüzgâr hızı. → **u_2 = 3 m/s**
- *«b = 0,0119»* → Kütle transfer katsayısı. → **b = 0,0119**
- *«Rüzgâr 6 m/s olursa?»* → u_2 = 6 ile tekrar. → **u_2 = 6 m/s**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 28

Harbeck–Meyers — Rüzgâr, buhar basınçları ve b verilmiş; göl buharlaşmasını veren kütle transferi kalıbı bu.

terimler

türetim

$$E = b\,u_2\,(e_s - e_2)$$

E: buharlaşma, cm/gün · b: 0,0119 (göller için) · u_2: 2 m'de rüzgâr, m/s · e_s – e_2: buhar basıncı açığı, mb

---

💎 **ÖZ:** Formül: Harbeck–Meyers

📋 Adım adım — Soru 28 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **e_2, Δe** — Bağıl nemi havanın e_s'siyle çarp; yüzey e_s'sinden çıkar. → **Δe = 15,86 mb**
2. **(a) E** — b, u_2 ve Δe'yi çarp; cm'yi mm'ye çevir. → **E = 5,66 mm/gün**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 28 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) 6 m/s** — Rüzgârı iki katına çıkar. → **11,3 mm/gün**
4. **(c) %90** — e_2'yi yeni nemle bul, aynı formülü kullan. → **2,83 mm/gün**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** e_2 için su yüzeyinin e_s'sini (31,7) kullanmak; e_2 havanın e_s'si (26,4) ile bulunur.

💎 **ÖZ:** Plan: e_2, Δe → (a) E → (b) 6 m/s → (c) %90

✓ Çözüm — Soru 28

sınav cevabı

(a)

- $e_2 = 0{,}60 \times 26{,}4 =$ **15,84 mb** → $e_s - e_2 =$ **15,86 mb**
- $E = 0{,}0119 \times 3 \times 15{,}86 = 0{,}566$ cm/gün = **5,66 mm/gün**

(b) E rüzgârla doğrusal → **11,3 mm/gün** (iki kat)

(c) $e_2 = 0{,}90 \times 26{,}4 = 23{,}76$ → fark 7,94 mb → **2,83 mm/gün**

Fizik: rüzgâr nemli havayı süpürür; buhar açığı büyüdükçe akı artar.

⚠️ **Sık hata:** e_2 için su yüzeyi sıcaklığının e_s'sini (31,7) kullanmak.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → e_2 = 15,84 mb · E = 5,66 mm/gün · 11,3 · 2,83.

S29 · Buharlaşmanın enerjisi

tanım

TR: $L_v \approx 580$ cal/g. (a) 1 m²'den 5 mm su buharlaşması için kaç J gerekir? (b) Günde 4 mm buharlaşma hangi gizli ısı akısına (W/m²) eşittir? (c) Buharlaşma neden su bütçesinin en zor terimidir?

EN: Relate evaporation depth to latent heat.

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: 1 mm su 1 m²'de = 1 kg; 1 cal = 4,186 J.

📋 Ne istiyor? — Soru 29

formül

Ne istiyor? (a) 1 m^2'den 5 mm su buharlaşması için gereken enerji, (b) 4 mm/gün'ün gizli ısı akısı (W/m^2), (c) ET neden en zor terim.

Soru tipi: Hesap · buharlaşma enerjisi

diyagram

- *latent heat flux* → gizli ısı akısı · $LE = E \cdot L_v$ / 86 400
- *latent heat of vaporization* → buharlaşma gizli ısısı · $L_v \approx 2{,}43\times10^6$ J/kg

---

💎 **ÖZ:** Hesap · buharlaşma enerjisi

📋 Verilenler — Soru 29

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«$L_v \approx 580$ cal/g»* → Buharlaşma gizli ısısı; J/kg'a çevrilir. → **$L_v = 2{,}43 \times 10^6$ J/kg**
- *«1 m^2'den 5 mm su»* → 5 mm = 5 kg/m^2. → **E = 5 kg/m^2**
- *«Günde 4 mm buharlaşma»* → Günlük kütle akısı 4 kg/m^2; saniyeye bölünür. → **E = 4 kg/m^2/gün**
- *«gizli ısı akısına (W/m^2)»* → LE isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 29

Gizli ısı akısı — (b) buharlaşmayı W/m²'ye çevirmek istiyor; kütle akısı × gizli ısı = enerji akısı.

terimler

türetim

$$LE = \frac{E \cdot L_v}{86\,400}$$

LE: gizli ısı akısı, W/m² · E: buharlaşma, kg/m²/gün (= mm/gün) · L_v: gizli ısı, 2,43×10⁶ J/kg · 86 400: bir gündeki saniye

---

💎 **ÖZ:** Formül: Gizli ısı akısı

📋 Adım adım — Soru 29 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **L_v** — cal/g'ı J/kg'a çevir. → **L_v = 2,43×10⁶ J/kg**
2. **(a) enerji** — 5 mm'yi 5 kg/m²'ye çevir, L_v ile çarp. → **12,1 MJ/m²**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 29 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) LE** — Günlük enerjiyi 86 400 s'ye böl. → **LE ≈ 112 W/m²**
4. **(c) neden** — ET'nin neye bağlı olduğunu ve neden ölçülemediğini yaz. → **ölçülemez, modellenir**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** cal'ı J'ye çevirmeyi unutmak ya da günlük enerjiyi 86 400 s'ye bölmemek.

💎 **ÖZ:** Plan: L_v → (a) enerji → (b) LE → (c) neden

✓ Çözüm — Soru 29

sınav cevabı

(a) L_v = 580 × 4,186 = 2428 J/g = **$2{,}43\times10^{6}$ J/kg**

- 5 mm → 5 kg/m² → 5 × $2{,}43\times10^{6}$ = **12,1 MJ/m²**

(b) LE = 4 kg/m²/gün × $2{,}43\times10^{6}$ J/kg / 86 400 s = **112 W/m²**

(c) Doğrudan ölçmek zor ve pahalı; enerjiye, nem açığına, rüzgâra, toprak nemine ve bitkiye bağlı. Tava yalnız potansiyeli verir; gerçek ET ölçülemez, modellenir.

Bağ: enerji bütçesi Rn = H + LE + G → buharlaşma enerji sınırlıdır.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 12,1 MJ/m² · 4 mm/gün ≈ 112 W/m².

GB D · Bölüm terimleri

EN (tür) · TR · örnek

- **reservoir** (n) · hazne · *The reservoir level fell.*
- **release** (n/v) · bırakım · *Reduce the release in summer.*
- **steady state** (n) · kararlı durum · *At steady state dh/dt = 0.*
- **evaporation pan** (n) · buharlaşma tavası · *Class A pan.*
- **pan coefficient** (n) · tava katsayısı · *It is 0.7.*
- **vapour pressure** (n) · buhar basıncı · *It is 15.8 mb.*
- **latent heat** (n) · gizli ısı · *Evaporation needs latent heat.*

Kalıp: *Evaporation **is greatest on** hot, windy, dry days.* — en çok … günlerde olur.

💎 **ÖZ:** "is greatest on" = slayttaki koşul cümlesi.

E · AKIŞ, HİDROGRAF, HEC-HMS

🗺 E · Bu bölümde

- **E1** akış mekanizmaları ve hidrograf · **E2** rasyonel yöntem
- **E3** HEC-HMS: kayıp · Clark · taban akışı · öteleme
- **S30–S40:** hidrograf okuma, mekanizma, rasyonel ×2, Initial & Constant, Clark, taban akışı, HW2, kalibrasyon, HW3 (GIS), model türleri

---

💎 **ÖZ:** Yağış → kayıplar → fazla yağış → hidrograf → kanalda öteleme.

📌 E1 · AKIŞ VE HİDROGRAF — konu

Ne? Akış = yağışın sızmadan dereye ulaşan kısmı.
Hidrograf = çıkıştaki debinin zamanla değişimi.

Nerede? Taşkın tahmini, tasarım debisi, HEC-HMS çıktısı.

Sınavda yaz:

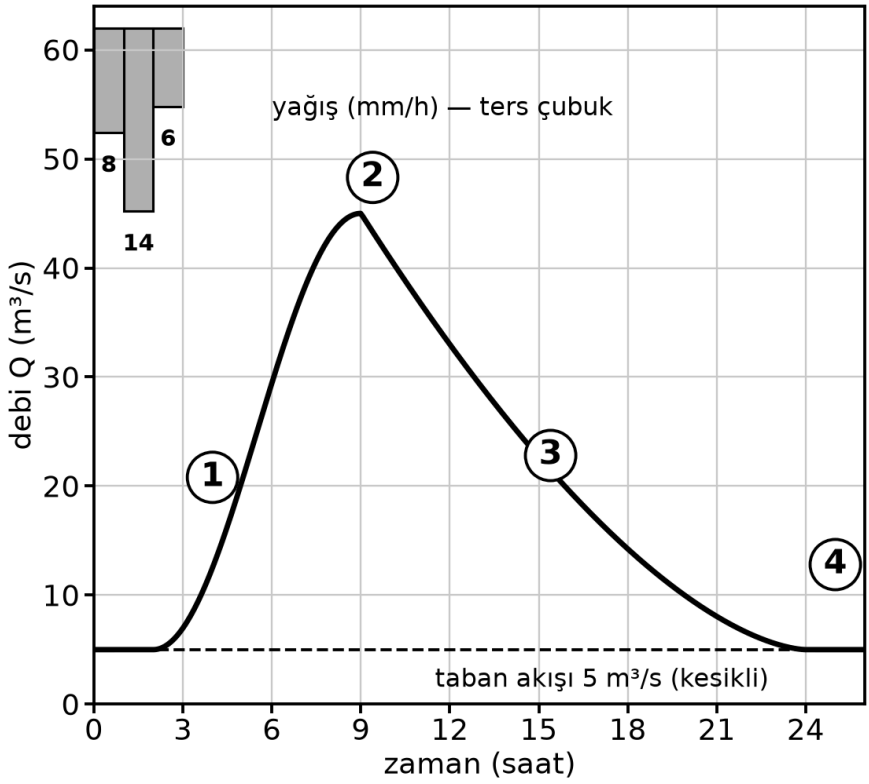
- **Hortonian:** şiddet > sızma kapasitesi → kısa, şiddetli yağış, kent
- **Dunne:** toprak doymuş → uzun yağış, vadi tabanı
- **Ara akış:** yüzeyin hemen altı · **taban akışı:** akiferden, kalıcı dere
- Hidrograf: yükselme kolu → tepe → çekilme kolu → taban akışı
- Hız: yüzey > ara > taban

💎 **ÖZ:** Horton = "yağış çok hızlı", Dunne = "toprak çok dolu".

S30 · Hidrograf okuma

tanım

Havza çıkışı: üstte yağış (mm/h), altta debi



Şekildeki 1–4 numaralı kısımlar neyi gösteriyor?

web'de çöz

ÖZ: Sayısal sorular arka sayfada.

🔵 S30 · (devam) Sorular

TR: Şekle göre: (a) 1–4 kısımlarını adlandır. (b) Tepe debisi ve **doğrudan akış** tepesi? (c) Yağışın ağırlık merkezinden tepeye geçen süre (gecikme)? (d) Doğrudan akışı üçgenle yaklaşıkla (2 h → 24 h). Havza 120 km^2, yağış 28 mm: akış derinliği ve C?

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: taban akışını (5 m^3/s) çıkarmayı unutma.

📋 Ne istiyor? — Soru 30

formül

Ne istiyor? (a) Hidrografın 1–4 kısımlarının adı, (b) tepe ve doğrudan akış tepesi, (c) gecikme süresi, (d) akış derinliği ve C.

Soru tipi: Şekil + hesap · hidrograf okuma

animasyon

- *direct runoff* → doğrudan akış · toplam debi – taban akışı
- *lag time* → gecikme süresi · yağış ağırlık merkezi → tepe

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«doğrudan akış»* → Taban akışı (5 m^3/s) çıkarılmış debi. → **Qp – Qb = 40 m^3/s**
- *«Yağışın ağırlık merkezinden»* → Saatlik yağışların zaman ağırlıklı ortalaması. → **t = 1,43 h**
- *«(2 h → 24 h)»* → Üçgen tabanı 22 saat. → **Tb = 22 h**
- *«Havza 120 km^2»* → Hacmi derinliğe çevirmek için alan. → **koşul = 120×10^6 m^2**
- *«yağış 28 mm»* → C = R/P için toplam yağış. → **P_i = 28 mm**

- *«akış derinliği ve C»* → R ve akış katsayısı isteniyor.
  → **istenen**

💎 **ÖZ:** Şekil + hesap · hidrograf okuma

📋 Hangi formül? — Soru 30 (1/2)

Doğrudan akış hacmi (üçgen) — (d) doğrudan akışı üçgenle yaklaşıkla diyor; üçgenin alanı hacmi verir.

terimler

türetim

$$V = \frac{1}{2}\, T_b \left(Q_p - Q_b\right)$$

V: doğrudan akış hacmi, m^3 · Tb: taban süresi, s (22 h) · Qp – Qb: doğrudan akış tepesi, m^3/s

---

💎 **ÖZ:** Doğrudan akış hacmi (üçgen)

📋 Hangi formül? — Soru 30 (2/2)

Yağış ağırlık merkezi — (c) gecikme, yağışın ağırlık merkezinden tepeye kadar ölçülür.

$$\bar{t} = \frac{\sum t_i P_i}{\sum P_i}$$

t̄: yağış ağırlık merkezi, h · t_i: aralığın ortası, h · P_i: aralığın yağışı

💎 **ÖZ:** Yağış ağırlık merkezi

📋 Adım adım — Soru 30 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) adlar** — Şekildeki 1–4'ü sırayla adlandır. → **yükselme → tepe → çekilme**
2. **(b) tepe** — Tepeyi oku, taban akışını çıkar. → **45 · doğrudan 40 m³/s**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 30 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(c) lag** — Yağışın ağırlık merkezini bul, tepe zamanından çıkar. → **gecikme ≈ 7,6 h**
4. **(d) R, C** — Üçgen hacmini alana böl; sonra yağışa böl. → **R = 13,2 mm · C = 0,47**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Hacmi toplam debiyle (taban dahil) hesaplamak; önce 5 m^3/s çıkarılır.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) adlar → (b) tepe → (c) lag → (d) R, C

✓ Çözüm — Soru 30

sınav cevabı

(a) 1 yükselme kolu · 2 tepe · 3 çekilme kolu · 4 taban akışına dönüş

(b) Qp = **45 m³/s** · doğrudan akış tepesi = 45 – 5 = **40 m³/s**

(c) Ağırlık merkezi = (0,5·8 + 1,5·14 + 2,5·6) / 28 = 40/28 = **1,43 h**

- gecikme = 9 – 1,43 = **7,6 h**

(d) V = ½ × 22 h × 3600 × 40 = **1,58×10⁶ m³**

- R = 1,58×10⁶ / 120×10⁶ = **13,2 mm** · C = 13,2 / 28 = **0,47**

⚠️ **Sık hata:** hacmi toplam debiyle (taban dahil) hesaplamak.

adım adım

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 45 / 40 m³/s · gecikme 7,6 h · 13,2 mm · C = 0,47.

🔵 S31 · Kavram: mekanizma ve havza şekli

tanım

TR: (a) Kentte 1 saatte ~128 kg/m² yağan sağanakta hangi mekanizma baskın? Günlerce yağış alan dar bir Karadeniz vadisinde hangisi? (b) Havzanın şekli, eğimi ve kentleşme hidrografı nasıl değiştirir?

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: kısa + şiddetli ↔ uzun + doymuş.

📋 Ne istiyor? — Soru 31

formül

Ne istiyor? (a) Kent sağanağında ve günlerce yağış alan vadide baskın akış mekanizması, (b) şekil, eğim, kentleşmenin hidrografa etkisi.

Soru tipi: Kavram · akış mekanizması, havza şekli

animasyon

- *infiltration-excess overland flow* → sızma fazlası akış (Horton) · şiddet > sızma kapasitesi
- *saturation-excess overland flow* → doygunluk fazlası akış (Dunne) · toprak doymuş; zayıf yağış da akar

---

💎 **ÖZ:** Kavram · akış mekanizması, havza şekli

📋 Verilenler — Soru 31

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«1 saatte ~128 kg/m² yağan sağanakta»* → Çok yüksek şiddet: sızma kapasitesi aşılır. → **koşul**
- *«Günlerce yağış alan dar bir Karadeniz vadisinde»* → Uzun yağış toprağı doyurur. → **koşul**
- *«hangi mekanizma baskın»* → Hortonian / Dunne ayrımı isteniyor. → **istenen**
- *«şekli, eğimi ve kentleşme»* → Hidrograf biçimine etkileri isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 31

Kullanılacak bilgi: Kısa + şiddetli → Horton (şiddet > sızma). Uzun + doymuş → Dunne. Yuvarlak havza, dik eğim, kentleşme → yüksek ve erken tepe.

terimler

türetim

💎 **ÖZ:** Formül: Kısa + şiddetli → Horton (şiddet > sızma). Uzun + doymuş → D

📋 Adım adım — Soru 31 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) kent** — Şiddeti sızma kapasitesiyle karşılaştır. → **Hortonian**
2. **(a) vadi** — Toprağın doygunluğuna bak. → **Dunne**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 31 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) şekil** — Kolların çıkışa varış zamanını düşün. → **yuvarlak** → **sivri tepe**
4. **(b) eğim** — Eğim ve kentleşmenin akışı nasıl hızlandırdığını yaz. → **dik + kent** → **tepe** ↑

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Horton ile Dunne'ı karıştırmak: Horton = yağış çok hızlı, Dunne = toprak çok dolu.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) kent → (a) vadi → (b) şekil → (b) eğim

✓ Çözüm — Soru 31

sınav cevabı

(a)

- Kent sağanağı → **Hortonian:** şiddet sızma kapasitesini aşar; beton neredeyse hiç sızdırmaz; Tc kısa, C ≈ 0,8–0,95.
- Karadeniz vadisi → **Dunne:** günlerce yağışla toprak doyar; zayıf yağış bile akar; değişken katkı alanı büyür.

(b)

- **Yuvarlak** havza: kollar aynı anda gelir → tepe **yüksek, erken**; uzun havza → basık, geç
- **Dik** eğim → hızlı akış → sivri tepe
- **Kentleşme** → kayıp ↓, Tc ↓ → tepe ↑, erken

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → kent = Horton; doymuş vadi = Dunne; dik + yuvarlak + kent = sivri tepe.

📌 E2 · RASYONEL YÖNTEM — konu

Ne? Küçük bir alanın yalnız **tepe debisi**.

Nerede? Otopark, kent drenajı, küçük havza: **< 81 ha (200 acre)**.

Sınavda yaz:

- Zamanlama vermez; sızmayı iyi temsil etmez
- I = **Tc süreli**, seçilen T'li IDF şiddeti
- Karışık arazi: $\bar{C} = \Sigma C_i A_i / \Sigma A_i$
- C: şehir merkezi 0,70–0,95 · banliyö 0,25–0,40 · park 0,10–0,25
- İngiliz birimi: Qp = CIA (cfs; in/h; acre)

💎 **ÖZ:** Tc kadar süren sabit yağışta bütün alan katkı verir → tepe.

🧩 E2 · RASYONEL — formül

$$Q_p = \frac{C\,I\,A}{360}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

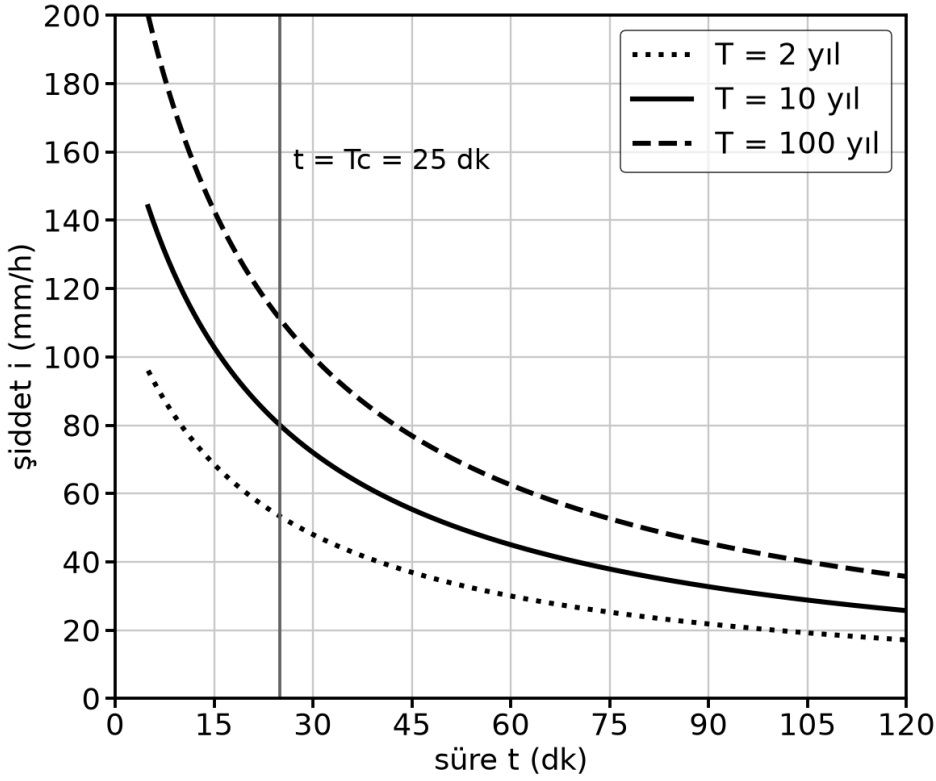
- C: akış katsayısı · I: şiddet (mm/h)
- A: alan (**ha**) → Qp (m^3/s)

💎 **ÖZ:** A'yı km^2 girersen sonuç 100 kat küçük çıkar.

S32 · IDF + rasyonel yöntem

tanım

Bölgenin IDF eğrileri: i = a/(t + 20)



40 ha'lık mahalle: 15 ha asfalt–çatı (C = 0,9), 25 ha park (C = 0,3). Tc = 25 dk; tasarım **10 yıllık**.

web'de çöz

ÖZ: Sorular arka sayfada.

S32 · (devam) Sorular

TR: (a) Grafikten tasarım şiddeti I? (b) Ağırlıklı C? (c) Tepe debisi Qp? (d) Park da asfaltlanırsa Qp kaç olur?

EN: Use the IDF curve and the rational method to find the design peak flow.

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: I'yı yağış süresiyle değil, Tc = 25 dk ile oku.

📋 Ne istiyor? — Soru 32

formül

Ne istiyor? (a) Grafikten tasarım şiddeti I, (b) ağırlıklı C, (c) tepe debisi Qp, (d) park da asfaltlanırsa Qp.

Soru tipi: Hesap · IDF + rasyonel yöntem

animasyon

- *rational method* → rasyonel yöntem · Qp = C·I·A / 360 (ha, mm/h)
- *time of concentration* → toplanma süresi Tc · I, Tc süreli IDF şiddeti

---

💎 **ÖZ:** Hesap · IDF + rasyonel yöntem

📋 Verilenler — Soru 32

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«Grafikten tasarım şiddeti I?»* → IDF eğrisinden süre = Tc için şiddet okunur. → **I = 80 mm/h**
- *«Ağırlıklı C?»* → Alanlarla ağırlıklı akış katsayısı. → **C̄ = 0,525**
- *«Tepe debisi Qp?»* → Rasyonel formülle tepe isteniyor. → **istenen**
- *«Park da asfaltlanırsa»* → Tüm alan C = 0,9 olur. → **C = 0,9**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 32 (1/2)

Rasyonel yöntem — «Tepe debisi» ve küçük alan (40 ha) var; küçük alanın tepe debisi için kalıp bu.

terimler

türetim

$$Q_p = \frac{C\,I\,A}{360}$$

Qp: tepe debisi, m^3/s · C: akış katsayısı · I: Tc süreli şiddet, mm/h · A: alan, ha

---

💎 **ÖZ:** Rasyonel yöntem

📋 Hangi formül? — Soru 32 (2/2)

Ağırlıklı akış katsayısı — Arazi karışık (asfalt + park); tek C için alanla ağırlıklı ortalama alınır.

$$\bar{C} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$$

C̄: ağırlıklı akış katsayısı · C_i: her arazinin C'si · A_i: her arazinin alanı, ha

---

💎 **ÖZ:** Ağırlıklı akış katsayısı

📋 Adım adım — Soru 32 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) I** — 10 yıllık eğride t = Tc = 25 dk oku. → **I = 80 mm/h**
2. **(b) C̄** — Her arazinin C'sini alanıyla çarp, topla, toplam alana böl. → **C̄ = 0,525**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 32 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(c) Qp** — C, I ve A'yı (ha) çarp, 360'a böl. → **Qp = 4,67 m³/s**
4. **(d) asfalt** — C = 0,9 ile yeniden hesapla. → **Qp = 8,0 m³/s (≈ 1,7 kat)**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** A'yı 0,4 km² yazmak → 0,047 m³/s (100 kat hata); A hektar olmalı.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) I → (b) C̄ → (c) Qp → (d) asfalt

✓ Çözüm — Soru 32

sınav cevabı

(a) 10 yıllık eğri, t = 25 dk: I = 3600 / 45 = **80 mm/h**

(b) $\bar{C}$ = (15 × 0,9 + 25 × 0,3) / 40 = 21 / 40 = **0,525**

(c) Qp = 0,525 × 80 × 40 / 360 = **4,67 m³/s**

(d) C = 0,9 → Qp = 0,9 × 80 × 40 / 360 = **8,0 m³/s** (≈ 1,7 kat)

- Çözüm: boru büyüt ya da gecikme haznesi yap.

⚠️ **Sık hata:** A = 0,4 km² yazmak → 0,047 m³/s (100 kat hata).

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → I = 80 mm/h · $\bar{C}$ = 0,525 · Qp = 4,67 → 8,0 m³/s.

🔵 S33 · Rasyonel: İngiliz birimi ve sınır

tanım

TR: (a) C = 0,6; I = 2 in/h; A = 50 acre. Qp (cfs ve m^3/s)? (b) 50 acre kaç ha? Rasyonel uygun mu? (c) 30 km^2'lik havzaya rasyonel yöntem uygulanır mı? Neden?

EN: Apply Q = CIA in English units and check the method's limits.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: İngiliz biriminde 360 yok; 1 acre = 0,4047 ha.

📋 Ne istiyor? — Soru 33

formül

Ne istiyor? (a) C = 0,6, I = 2 in/h, A = 50 acre için Qp (cfs ve m^3/s), (b) 50 acre kaç ha, (c) 30 km^2'ye rasyonel uygulanır mı.

Soru tipi: Hesap · rasyonel, İngiliz birimi

animasyon

- *rational formula* Q = *CIA* → rasyonel formül · İngiliz biriminde 360 yok
- *drainage area limit* → drenaj alanı sınırı · < 81 ha (200 acre)

💎 **ÖZ:** Hesap · rasyonel, İngiliz birimi

📋 Verilenler — Soru 33

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«C = 0,6»* → Akış katsayısı. → **C = 0,6**
- *«I = 2 in/h»* → Tasarım şiddeti (ABD birimi). → **I = 2 in/h**
- *«A = 50 acre»* → Alan; in/h × acre ≈ cfs. → **A = 50 acre**
- *«30 km²'lik havzaya»* → Rasyonel sınırını (~81 ha) çok aşar. → **koşul**
- *«Qp (cfs ve m³/s)?»* → Tepe debisi iki birimde isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 33

Rasyonel (İngiliz birimi) — Birimler in/h ve acre; bu birimlerde katsayı ≈ 1, sonuç doğrudan cfs.

terimler

türetim

$$Q_p = C\,I\,A$$

Qp: tepe debisi, cfs · C: akış katsayısı · I: şiddet, in/h · A: alan, acre

---

💎 **ÖZ:** Formül: Rasyonel (İngiliz birimi)

📋 Adım adım — Soru 33 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) cfs** — C, I ve A'yı çarp. → **Qp = 60 cfs**
2. **(a) m³/s** — cfs'yi 0,02832 ile çarp; metrik formülle kontrol et. → **1,70 m³/s**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 33 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) ha** — acre'yi 0,4047 ile çarp, 81 ha ile kıyasla. → **20,2 ha** → **uygun**
4. **(c) 30 km²** — Alanı ha'ya çevir, sınırla kıyasla, nedenini yaz. → **Hayır** → **BH / HEC-HMS**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** İngiliz biriminde de 360'a bölmek ya da büyük havzaya rasyonel yöntem uygulamak.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) cfs → (a) m^3/s → (b) ha → (c) 30 km^2

✓ Çözüm — Soru 33

sınav cevabı

(a) Qp = 0,6 × 2 × 50 = **60 cfs** = 60 × 0,02832 = **1,70 m^3/s**

- Metrik kontrol: I = 50,8 mm/h, A = 20,2 ha → 0,6 × 50,8 × 20,2 / 360 = 1,71 ✓

(b) 50 × 0,4047 = **20,2 ha** < 81 ha → **uygun**

(c) Hayır. 30 km^2 = 3000 ha ≫ 81 ha:

- yağış alana düzgün düşmez
- havzada depolama ve öteleme var
- yalnız tepe yetmez, hidrograf gerekir → birim hidrograf / HEC-HMS

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 60 cfs = 1,70 m^3/s; büyük havzada rasyonel değil, hidrograf.

📌 E3 · HEC-HMS BİLEŞENLERİ — konu

Ne? Yarı-dağılı yağış–akış modeli. **Simülasyon = basin model + meteorologic model + control specifications.**

Sınavda yaz — dört yöntem (HW1 değerleri):

- **Loss** — ne kadarı akar? Initial & Constant: Ia = 1 in, fc = 0,1 in/h
- **Transform** — ne zaman, hangi şekilde? Clark: Tc, R
- **Baseflow** — ne kalır? Doğrusal hazne, k = 70 / 100 h
- **Routing** (reach) — kanalda gecikme: Lag = 300 dk
- Initial & Constant: birikimli P ≤ Ia → fazla yağış 0; sonra her adımda P – fc·Δt (≥ 0)

💎 **ÖZ:** Loss "ne kadar", transform "ne zaman", routing "kanalda ne olur".

🧩 E3 · CLARK — formül

$$O_t = C_A\, I_t + C_B\, O_{t-1}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- I: giriş · O: çıkış · C_A = Δt / (R + 0,5Δt)
- C_B = 1 – C_A · R: depolama katsayısı (h)

💎 **ÖZ:** R büyür → tepe düşer, hidrograf yayılır.

🧩 E3 · TABAN AKIŞI — formül

$$Q(t) = Q_0\, e^{-t/k}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- Q_0: başlangıç debisi · k: hazne sabiti (h)
- t = k anında Q_0'ın **%36,8**'i kalır

💎 **ÖZ:** HW1: iki katman, k = 70 ve 100 h.

S34 · Initial & Constant kaybı

tanım

TR: Saatlik yağış (in): 0,4 · 0,7 · 0,9 · 0,5 · 0,2. HW1 değerleri: Ia = 1 in, fc = 0,1 in/h, geçirimsiz %0. (a) Her saatin fazla yağışı? (b) Toplam fazla yağış ve kayıp? (c) Alan 29 mi² (Stump Creek): akış hacmi acre-ft?

EN: Compute the excess rainfall with the Initial and Constant loss method.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: birikimli toplamı izle; Ia dolana kadar akış yok.

📋 Ne istiyor? — Soru 34

formül

Ne istiyor? (a) Her saatin fazla yağışı, (b) toplam fazla yağış ve kayıp, (c) 29 mi^2'lik havzada akış hacmi (acre-ft).

Soru tipi: Hesap · Initial & Constant kaybı

animasyon

- *excess rainfall* → fazla yağış · kayıplardan sonra akışa geçen
- *initial and constant loss* → başlangıç + sabit kayıp · önce Ia dolar, sonra her saat fc

---

💎 **ÖZ:** Hesap · Initial & Constant kaybı

📋 Verilenler — Soru 34

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«0,4 · 0,7 · 0,9 · 0,5 · 0,2»* → Saatlik toplam yağışlar. → **P_t = in/h**
- *«Ia = 1 in»* → Önce ilk 1 in tutulur. → **Ia = 1 in**
- *«fc = 0,1 in/h»* → Ia dolduktan sonra her saat sabit kayıp. → **fc = 0,1 in/h**
- *«geçirimsiz %0»* → Geçirimsiz alandan doğrudan akış yok. → **koşul**
- *«Alan 29 mi^2»* → Hacim için alan. → **koşul = 29 mi^2**
- *«akış hacmi acre-ft»* → Fazla yağış hacmi isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 34

Initial & Constant — Soru HW1 Ia ve fc değerleriyle fazla yağışı istiyor; HEC-HMS'nin bu kayıp yöntemi.

terimler

türetim

$$P_e = \max\left(P_t - f_c\,\Delta t,\ 0\right), \qquad \sum P > I_a$$

P_e: fazla yağış, in · P_t: o saatin (Ia sonrası) yağışı, in · fc: sabit kayıp hızı, in/h · Ia: başlangıç kaybı, in

---

💎 **ÖZ:** Formül: Initial & Constant

📋 Adım adım — Soru 34 (1–3)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **birikimli** — Yağışları birikimli topla. → **Ia 2. saatte dolar**
2. **1–2. saat** — Ia dolana kadar 0; dolduğu saatte artandan fc'yi düş. → **0 · 0**
3. **3–5. saat** — Her saatten fc = 0,1 düş. → **0,8 · 0,4 · 0,1 in**

1. adım

2. adım

3. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (4–5).

📋 Adım adım — Soru 34 (4–5)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

4. **(b) toplam** — Fazla yağışları topla; kaybı bul. → **1,3 in · kayıp 1,4 in**
5. **(c) hacim** — Fazla yağışı alanla ve 53,33 ile çarp. → **2011 acre-ft**

4. adım

5. adım

⚠️ **Tuzak:** fc'yi Ia dolmadan da düşmek; Ia dolana kadar sabit kayıp işlemez.

💎 **ÖZ:** Plan: birikimli → 1–2. saat → 3–5. saat → (b) toplam → (c) hacim

✓ Çözüm — Soru 34

sınav cevabı

(a) Birikimli P: 0,4 · 1,1 · 2,0 · 2,5 · 2,7

- 1. saat: 0,4 ≤ 1 → **0**
- 2. saat: Ia doldu, artan 0,1 – fc 0,1 → **0**
- 3. saat: 0,9 – 0,1 = **0,8** · 4.: **0,4** · 5.: **0,1**

(b) Σ fazla = **1,3 in** · kayıp = 2,7 – 1,3 = **1,4 in** (Ia 1,0 + sabit 0,4)

(c) 1 in × 1 mi^2 = 640/12 = 53,33 acre-ft

- 1,3 × 29 × 53,33 = **2011 acre-ft** (≈ 2,48×10^6 m^3)

⚠️ **Sık hata:** fc'yi Ia dolmadan da düşmek.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 0 · 0 · 0,8 · 0,4 · 0,1 → 1,3 in · 2011 acre-ft.

S35 · Clark doğrusal hazne

tanım

TR: R = 12 h, Δt = 1 h. Zaman–alan girişi I (m^3/s), t = 1…7 h: 100 · 300 · 200 · 50 · 0 · 0 · 0. O_0 = 0. (a) C_A ve C_B? (b) O_1…O_7 ve tepe? (c) R = 24 h olsaydı tepe?

EN: Route the inflow through Clark's linear reservoir.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: her adımda yeni O = 0,08·I + 0,92·eski O.

📋 Ne istiyor? — Soru 35

formül

Ne istiyor? (a) Clark katsayıları CA ve CB, (b) $O_1 \ldots O_7$ çıkışları ve tepe, (c) R = 24 h olsaydı tepe.

Soru tipi: Hesap · Clark doğrusal hazne

animasyon

- *linear reservoir* → doğrusal hazne · O = CA·I + CB·O(önceki)
- *storage coefficient* → depolama katsayısı R · R ↑ → tepe ↓ ve gecikir

---

💎 **ÖZ:** Hesap · Clark doğrusal hazne

📋 Verilenler — Soru 35

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«R = 12 h»* → Hazne depolama katsayısı. → **CA = 12 h**
- *«Δt = 1 h»* → Hesap adımı. → **CA = 1 h**
- *«100 · 300 · 200 · 50 · 0 · 0 · 0»* → Her saatin giriş debisi. → **I_t = m³/s**
- *«O_0 = 0»* → Başlangıç çıkışı sıfır. → **O_t = 0**
- *«R = 24 h olsaydı tepe?»* → Daha büyük R ile tepe yeniden. → **CA = 24 h**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 35

Clark doğrusal hazne — Soru doğrusal hazneyle öteleme istiyor; her adımda çıkışı veren yineleme bu.

terimler

türetim

$$O_t = C_A\, I_t + C_B\, O_{t-1}$$

O_t: adım sonu çıkış, m³/s · I_t: zaman–alan girişi, m³/s · CA: Δt / (R + 0,5Δt) · CB: 1 − CA

💎 **ÖZ:** Formül: Clark doğrusal hazne

📋 Adım adım — Soru 35 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) CA, CB** — R ve Δt'yi formüle koy. → **CA = 0,08 · CB = 0,92**
2. **(b) O_1–O_4** — Her adımda 0,08·I + 0,92·eski O hesapla. → **8,0 · 31,4 · 44,9 · 45,3**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 35 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) tepe** — Giriş bitince yalnız 0,92 ile çarparak sürdür; en büyüğü seç. → **tepe 45,3 m^3/s, t = 4 h**

3. adım

4. **(c) R = 24** — CA'yı yeniden bul, aynı yinelemeyi yap. → **tepe 24,7 m^3/s (≈ yarı)**

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Her adımda eski çıkışı (CB·O) eklemeyi unutmak; o zaman hazne etkisi kaybolur.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) CA, CB → (b) O_1–O_4 → (b) tepe → (c) R = 24

✓ Çözüm — Soru 35

sınav cevabı

(a) C_A = 1 / (12 + 0,5) = **0,08** · C_B = **0,92**

(b)

- O_1 = 0,08·100 = **8,0** · O_2 = 24 + 0,92·8 = **31,4**
- O_3 = 16 + 0,92·31,4 = **44,9** · O_4 = 4 + 0,92·44,9 = **45,3**
- O_5 = **41,6** · O_6 = **38,3** · O_7 = **35,2**
- Tepe **45,3 m³/s**, t = 4 h (girişin tepesi 2 h'te, 300)

(c) R = 24 → C_A = 0,041 → tepe **24,7 m³/s** (≈ yarısı), daha yayvan.

Fizik: hazne suyu tutar, yavaş bırakır → tepe hem düşer hem gecikir.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → C_A = 0,08 · tepe 45,3 (t = 4 h) · R = 24'te 24,7.

🔵 S36 · Taban akışı: doğrusal hazne

tanım

TR: Q_0 = 40 m^3/s, k = 70 h (tek katman). (a) 24 h sonra Q? (b) 70 h sonra? (c) Q kaç saatte 10 m^3/s'ye iner? (d) İki katman (yarı yarıya; k = 70 ve 100 h): 48 h sonra Q?

EN: Compute the baseflow recession of a linear reservoir.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: (c)'de ln al: t = k·ln(Q_0/Q).

📋 Ne istiyor? — Soru 36

formül

Ne istiyor? (a) 24 h ve (b) 70 h sonra taban akışı, (c) 10 m^3/s'ye inme süresi, (d) iki katmanlı haznede 48 h sonra Q.

Soru tipi: Hesap · taban akışı çekilmesi

diyagram

- *baseflow recession* → taban akışı çekilmesi · $Q = Q_0 \cdot e^{(-t/k)}$
- *recession constant* → çekilme sabiti k · t = k'da Q_0'ın %36,8'i

---

💎 **ÖZ:** Hesap · taban akışı çekilmesi

📋 Verilenler — Soru 36

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«Q_0 = 40 m^3/s»* → Başlangıç debisi. → **Q_0 = 40 m^3/s**
- *«k = 70 h»* → Çekilme sabiti. → **k = 70 h**
- *«24 h sonra Q?»* → t = 24 h için Q. → **t = 24 h**
- *«kaç saatte 10 m^3/s'ye iner»* → Q = 10 verilip t çözülecek. → **Q(t) = 10 m^3/s**
- *«k = 70 ve 100 h»* → İki katman, her biri 20 m^3/s ile başlar. → **k = 70 ve 100 h**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 36

Doğrusal hazne çekilmesi — «Doğrusal hazne» ve k verilmiş; zamanla üstel azalan debiyi veren kalıp bu.

terimler

türetim

$$Q(t) = Q_0\, e^{-t/k}$$

Q(t): t anındaki taban akışı, m^3/s · Q_0: başlangıç debisi, m^3/s · k: hazne sabiti, h · t: geçen süre, h

---

💎 **ÖZ:** Formül: Doğrusal hazne çekilmesi

📋 Adım adım — Soru 36 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) 24 h** — t = 24 koy. → **Q = 28,4 m³/s**
2. **(b) 70 h** — t = k koy. → **Q = 14,7 m³/s (%36,8)**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 36 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(c) süre** — ln alıp t'yi çöz. → **t = 97 h**
4. **(d) iki** — Her katmanı ayrı hesapla, topla. → **Q = 22,5 m³/s**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** t = k anında debinin yarıya indiğini sanmak: %36,8'i kalır; (c)'de $\log_{10}$ değil ln alınır.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) 24 h → (b) 70 h → (c) süre → (d) iki

✓ Çözüm — Soru 36

sınav cevabı

(a) $40\,e^{-24/70}$ = 40 × 0,710 = **28,4 m³/s**

(b) $40\,e^{-1}$ = **14,7 m³/s** (%36,8)

(c) t = 70 × ln(40/10) = 70 × 1,386 = **97 h**

(d) Her katman 20 m³/s:

- 20 × 0,504 + 20 × 0,619 = **22,5 m³/s** ($e^{-48/70}$ = 0,504 · $e^{-48/100}$ = 0,619)

Yorum: k büyük → boşalma yavaş, kuyruk uzun. HW2'de olaydan günler sonra bile EB Mahoning'de taban akışı toplamın çoğu.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → 28,4 · 14,7 · 97 h · 22,5 m³/s.

S37 · Öteleme ve HW2 adımları

tanım

TR: (a) Reach-1 girişinin tepesi 1501,1 cfs, Lag = 300 dk. Çıkış tepesi ne zaman, kaç cfs? (b) Junction-2 çıkışı nasıl bulunur? (c) Saatlik 0,8 in yağış 15 dakikalık adımda nasıl uygulanır? (d) Bir simülasyon hangi üç bileşeni birleştirir?

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: Lag yalnız öteler.

📋 Ne istiyor? — Soru 37

formül

Ne istiyor? (a) Lag ötelemesinde çıkış tepesinin zamanı ve değeri, (b) Junction-2 çıkışı, (c) 0,8 in'in 15 dk'ya dağıtımı, (d) üç bileşen.

Soru tipi: Kavram + HW2 · öteleme, kavşak

animasyon

- *lag routing* → gecikme ötelemesi · yalnız öteler, sönümlemez
- *control specifications* → kontrol ayarları · ne zaman, hangi zaman adımı

💎 **ÖZ:** Kavram + HW2 · öteleme, kavşak

📋 Verilenler — Soru 37

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«tepesi 1501,1 cfs»* → Kanala giren tepe debisi. → **koşul = 1501,1 cfs**
- *«Lag = 300 dk»* → Hidrograf 5 saat ötelenir, sönümlenmez. → **koşul = 5 h**
- *«Saatlik 0,8 in yağış»* → Bir saatte 4 adıma eşit bölünür. → **koşul = 0,2 in / 15 dk**
- *«hangi üç bileşeni»* → Simülasyonun bileşenleri isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 37

Kullanılacak bilgi: Lag yalnız öteler (Muskingum sönümler). Kavşak = kolların toplamı. Simülasyon = basin + meteorologic model + control specifications.

terimler

türetim

💎 **ÖZ:** Formül: Lag yalnız öteler (Muskingum sönümler). Kavşak = kolların to

📋 Adım adım — Soru 37 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) Lag** — Giriş tepesini 300 dk ileri kaydır; değeri değiştirme. → **5 h sonra · 1501,1 cfs**
2. **(b) kavşak** — Kavşağa gelen kolları topla. → **tepe 3082,9 cfs**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 37 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(c) 15 dk** — Saatlik yağışı 4'e böl. → **0,2 in / 15 dk**
4. **(d) parça** — Simülasyonu oluşturan üç parçayı say. → **basin + met + control**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Lag ötelemesinin tepeyi düşürdüğünü sanmak; yalnız zamanı kaydırır.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) Lag → (b) kavşak → (c) 15 dk → (d) parça

✓ Çözüm — Soru 37

sınav cevabı

(a) 5 saat sonra, yine **1501,1 cfs**. Lag sönümlemez, yalnız öteler (Muskingum sönümlerdi).

(b) Kavşak = kollarının toplamı: Mahoning Creek Local + Reach-1 çıkışı → tepe **3082,9 cfs**.

(c) 0,8 / 4 = **0,2 in** her 15 dk (şiddet sabit, hacim aynı).

(d) Basin model (nerede) + **meteorologic model** (ne kadar yağış) + **control specifications** (ne zaman, hangi adım).

Not: mor uyarı ("initial losses may have been included in baseflow") hata değil, bilgi notu.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → Lag: 5 h kayar, tepe aynı · 0,2 in/15 dk · basin + met + control.

🔵 S38 · Kalibrasyon: model ↔ gözlem

tanım

TR: HW2, Junction-2: model tepe 3082,9 cfs, gözlenen 2942,0 cfs; model tepesi 1 sa 45 dk **geç**. Hacim 1,62 / 1,60 in; NSE = 0,952; PBIAS = %1,39. (a) Tepe hatası %? (b) NSE ve PBIAS neyi ölçer, sonuç iyi mi? (c) Tepeyi düşürüp erkene almak için hangi parametreler?

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: hacim zaten doğru → kayba değil, şekle dokun.

📋 Ne istiyor? — Soru 38

formül

Ne istiyor? (a) Model tepesinin yüzde hatası, (b) NSE ve PBIAS'ın anlamı ve sonucun iyiliği, (c) tepeyi düşürüp erkene alacak parametreler.

Soru tipi: Yorum + hesap · kalibrasyon

animasyon

- *Nash–Sutcliffe efficiency* → Nash–Sutcliffe verimi (NSE) · 1 mükemmel, 0 ortalama kadar
- *percent bias* → yüzde yanlılık (PBIAS) · hacim farkı, %

💎 **ÖZ:** Yorum + hesap · kalibrasyon

📋 Verilenler — Soru 38

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«model tepe 3082,9 cfs»* → Modelin tepe debisi. → **Qmodel = 3082,9 cfs**
- *«gözlenen 2942,0 cfs»* → Gözlenen tepe debisi. → **Qobs = 2942,0 cfs**
- *«NSE = 0,952»* → Biçim uyumu çok iyi. → **koşul = 0,952**
- *«PBIAS = %1,39»* → Hacim yanlılığı çok küçük. → **koşul = %1,39**
- *«Tepe hatası %?»* → (model – gözlem)/gözlem isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 38

Yüzde tepe hatası — (a) model ile gözlenen tepe arasındaki farkı yüzde olarak istiyor.

terimler

türetim

$$\%\,\text{hata} = \frac{Q_{model} - Q_{obs}}{Q_{obs}} \times 100$$

Qmodel: model tepe debisi, cfs · Qobs: gözlenen tepe debisi, cfs

---

💎 **ÖZ:** Formül: Yüzde tepe hatası

📋 Adım adım — Soru 38 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) hata** — Farkı gözlenen tepeye böl, 100 ile çarp. → **+%4,8 (model büyük)**
2. **(b) NSE** — NSE'yi 1 ve 0 ile kıyasla. → **çok iyi**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 38 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) PBIAS** — PBIAS'ın hacim yanlılığı olduğunu yaz. → **hacim doğru**
4. **(c) ayar** — Zaman için Tc / lag, tepe için R'yi değiştir. → **Tc ↓ + R ↑ birlikte**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Hacim doğruyken Ia ya da fc ile oynamak; sorun şekilde, yani transform parametrelerinde.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) hata → (b) NSE → (b) PBIAS → (c) ayar

✓ Çözüm — Soru 38

sınav cevabı

(a) (3082,9 – 2942,0) / 2942,0 = **+%4,8** (model büyük)

(b)

- **NSE:** 1 = mükemmel, 0 = ortalamadan iyi değil → 0,952 **çok iyi**
- **PBIAS:** hacim yanlılığı → %1,4 çok küçük, hacim doğru

(c)

- **Erkene almak:** Tc ya da lag'ı **küçült**
- **Tepeyi düşürmek:** R'yi **büyüt** (yayar; ama geciktirir)
- Hacim doğru olduğundan Ia, fc'ye dokunma; Tc ↓ + R ↑ birlikte ayarlanır.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → +%4,8 · NSE 0,95 çok iyi · Tc ↓ (zaman), R ↑ (tepe).

🔵 S39 · HW3: araziden alt havzaya (GIS)

tanım

TR: (a) HEC-HMS GIS adımlarını sırala. (b) 10 m'lik DEM, merkez hücre 50 m. Komşular (m), batıdan doğuya:

- kuzey sırası: 46 · 47 · 46
- orta sıra: 47 · **[50]** · 45
- güney sırası: 49 · 48 · 43

Merkez hücre hangi yöne akar? (c) Akarsu eşiği 5 mi^2 → 1,25 mi^2 olursa alt havza sayısı?

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: eğim = düşüş / uzaklık; çapraz uzaklık 14,14 m.

📋 Ne istiyor? — Soru 39

formül

Ne istiyor? (a) HEC-HMS GIS adımlarının sırası, (b) merkez hücrenin D8 akış yönü, (c) akarsu eşiği küçülünce alt havza sayısı.

Soru tipi: Kavram + hesap · GIS ile havza ayırma

animasyon

- *flow direction (D8)* → akış yönü (D8) · en dik inişe akar
- *stream threshold* → akarsu eşiği · eşik ↓ → alt havza ↑

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«10 m'lik DEM»* → Kenar komşu uzaklığı 10 m, köşegen 14,14 m. → **d = 10 / 14,14 m**
- *«merkez hücre 50 m»* → Merkez yüksekliği. → **z_0 = 50 m**
- *«orta sıra»* → Doğu komşusu 45 m. → **z_i = 45 m**
- *«49 · 48 · 43»* → Güneydoğu komşusu 43 m (köşegen). → **z_i = 43 m**
- *«hangi yöne akar»* → En dik iniş yönü isteniyor. → **istenen**

- *«5 mi^2 → 1,25 mi^2»* → Akarsu eşiği küçülüyor. → **koşul**

💎 **ÖZ:** Kavram + hesap · GIS ile havza ayırma

📋 Hangi formül? — Soru 39

D8 eğimi — (b) akış yönü soruluyor; D8'de su eğimi en büyük komşuya akar.

terimler

türetim

$$S = \frac{z_0 - z_i}{d}, \qquad d \in \{10;\ 14{,}14\}\ \mathrm{m}$$

S: eğim = düşüş / uzaklık · z_0: merkez hücre yüksekliği, m · z_i: komşu hücre yüksekliği, m · d: 10 m yan, 14,14 m çapraz

---

💎 **ÖZ:** Formül: D8 eğimi

📋 Adım adım — Soru 39 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) sıra** — Adımları sırayla yaz. → **sinks** → **drainage** → **streams**
2. **(b) eğim** — Her komşu için düşüşü uzaklığa böl. → **doğu 0,500 en büyük**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 39 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(b) yön** — En büyük eğimli komşuyu seç. → **akış** → **doğu**
4. **(c) eşik** — Eşik küçülünce kaç dere oluştuğunu düşün. → **alt havza sayısı artar**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** En alçak komşuya (43 m, güneydoğu) yöneltmek; çapraz düşüş 14,14 m'ye bölünmeli.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) sıra → (b) eğim → (b) yön → (c) eşik

✓ Çözüm — Soru 39

sınav cevabı

(a) Terrain data → koordinat sistemi → **Preprocess Sinks** (çukur doldur) → **Preprocess Drainage** (akış yönü + birikim) → **Identify Streams** (eşik) → **Break Points** → **Delineate Elements**

(b) Eğimler: doğu 5/10 = **0,500** · güneydoğu 7/14,14 = **0,495** · kuzey 0,30 · batı 0,30

- En **dik** iniş → **doğu**. En alçak komşu (43) güneydoğu ama daha uzak.

(c) Artar: küçük drenaj alanları da dere sayılır → çok kol, kavşak, alt havza; hesap uzar.

Neden sink? DEM'deki yapay çukur suyu hapseder, akış yolu kopar.

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → en dik iniş (çapraz ÷ 14,14) · eşik ↓ → alt havza ↑.

🔵 S40 · Kavram: model türleri ve birim hidrograf

tanım

TR: (a) Lumped, semi-distributed, distributed farkı? HEC-HMS hangisi? (b) Birim hidrograf yönteminin varsayımları? (c) Model seçerken hangi üç şeye bakılır?

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: kara kutu ↔ alt havza ↔ ızgara.

📋 Ne istiyor? — Soru 40

tanım

Ne istiyor? (a) Lumped, semi-distributed, distributed farkı ve HEC-HMS'nin türü, (b) birim hidrograf varsayımları, (c) model seçme ölçütleri.

Soru tipi: Kavram · model türleri, birim hidrograf

animasyon

- *semi-distributed model* → yarı-dağılı model · alt havzalar → HEC-HMS
- *superposition* → üst üste toplama · birim hidrograf varsayımı

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«Lumped, semi-distributed, distributed farkı?»* → Model türleri karşılaştırılacak. → **istenen**
- *«Birim hidrograf yönteminin varsayımları?»* → BH kabulleri isteniyor. → **istenen**
- *«hangi üç şeye bakılır»* → Model seçim ölçütleri isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Kavram · model türleri, birim hidrograf

📋 Hangi formül? — Soru 40

Kullanılacak bilgi: Lumped = kara kutu · semi-distributed = alt havza (HEC-HMS) · distributed = ızgara. BH: doğrusal, süperpozisyon, değişmez, düzgün yağış.

💎 **ÖZ:** Formül: Lumped = kara kutu · semi-distributed = alt havza (HEC-HMS)

📋 Adım adım — Soru 40

Adımlar — kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) türler** — Havzanın nasıl bölündüğüne göre ayır. → **HEC-HMS = yarı-dağılı**
2. **(b) BH** — Birim hidrografın varsayımlarını say. → **4 varsayım**
3. **(c) seçim** — Seçim ölçütlerini yaz. → **bilgi • veri • hesap**

1. adım

2. adım

3. adım

⚠️ **Tuzak:** HEC-HMS'yi tam dağılı (distributed) sanmak; alt havzalarla çalışan yarı-dağılı bir modeldir.

💎 **ÖZ:** Plan: (a) türler → (b) BH → (c) seçim

✓ Çözüm — Soru 40

sınav cevabı

(a)

- **Lumped:** havza tek birim, kara kutu (SCS, birim hidrograf) — hızlı, az veri
- **Semi-distributed:** alt havzalara bölünmüş → **HEC-HMS**
- **Distributed:** ızgara hücreleri, fizik tabanlı (TOPMODEL, MIKE SHE) — çok veri, ağır hesap

(b) Doğrusallık · süperpozisyon (üst üste toplama) · zamanla değişmezlik · fazla yağış havzaya **düzgün** ve süre boyunca **sabit**

(c) İstenen bilgi türü · eldeki veri · karmaşıklık / hesap gücü

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → HEC-HMS = yarı-dağılı; BH = doğrusal + süperpozisyon + değişmez + düzgün.

GB E · Bölüm terimleri

EN (tür) · TR · örnek

- **hydrograph** (n) · hidrograf · *The hydrograph peaks at 9 h.*
- **recession** (n) · çekilme · *A long recession means slow baseflow.*
- **excess rainfall** (n) · fazla yağış · *Excess rainfall becomes runoff.*
- **time of concentration** (n) · toplanma süresi · *Tc is 25 min.*
- **routing** (n) · öteleme · *Lag routing does not attenuate.*
- **delineate** (v) · sınırlarını çıkarmak · *Delineate the subbasins.*

Kalıp: *Increasing R **lowers** the peak **and delays** it.* — R'yi artırmak tepeyi düşürür ve geciktirir.

💎 **ÖZ:** "lowers … and delays" = parametre etkisini tek cümlede anlatır.

F · EK HESAPLAR (ek yöntemler)

🗺 F · Bu bölümde

- konu anlatımında **adı geçen** ya da HEC-HMS'te **seçenek** olarak bulunan yöntemler.
- Vizede çıkma olasılığı düşük–orta; 10 dakikada öğrenilir.
- **S41–S45:** SCS-CN · φ-indeksi · birim hidrograf · eksik veri (normal oran) · Gumbel

---

💎 **ÖZ:** Önce A–E'yi bitir; zaman kalırsa bu bölüm.

📌 F1 · EK YÖNTEMLER — konu

Sınavda yaz — ne işe yarar?

- **SCS-CN:** kayıp yöntemi; CN = arazi örtüsü + toprak + öncül nem (HEC-HMS'te seçenek)
- **φ-indeksi:** sabit kayıp hızı; gözlenen akışla bulunur
- **Birim hidrograf (BH):** 1 birim (10 mm) fazla yağışın hidrografı; büyük olay = BH'lerin toplamı
- **Normal oran:** eksik günü komşulardan doldurma
- **Gumbel:** T yıllık değer = ortalama + K_T × σ (Chow'un frekans denklemi)

💎 **ÖZ:** Hepsi konu anlatımında geçen bir fikrin hesap hâli: kayıp, süperpozisyon, frekans.

🧩 F1 · SCS-CN — formül

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- S = 25400/CN – 254 (mm) · Ia = 0,2·S
- P ≤ Ia ise Q = 0 · CN büyük → akış büyük

💎 **ÖZ:** CN 100 = geçirimsiz, bütün yağış akar.

S41 · SCS-CN ile akış

tanım

TR: CN = 75, P = 80 mm. (a) S, Ia ve akış derinliği Q? Akış katsayısı? (b) Aynı yağışta CN = 90 ve CN = 60 için Q?

EN: Compute the direct runoff with the SCS curve number method.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: önce S, sonra Ia = 0,2S, sonra Q.

📋 Ne istiyor? — Soru 41

formül

Ne istiyor? (a) CN = 75, P = 80 mm için S, Ia, akış derinliği Q ve C; (b) aynı yağışta CN = 90 ve CN = 60 için Q.

Soru tipi: Hesap · SCS eğri numarası (CN)

diyagram

- *curve number* → eğri numarası (CN) · arazi + toprak + öncül nem
- *initial abstraction* → başlangıç kaybı · Ia = 0,2 · S

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«CN = 75»* → Eğri numarası; S buradan. → **S = 84,67 mm**
- *«P = 80 mm»* → Olay yağışı. → **P = 80 mm**
- *«S, Ia ve akış derinliği Q?»* → Ia = 0,2S ve Q isteniyor. → **istenen**
- *«CN = 90 ve CN = 60»* → Aynı yağışla farklı CN. → **S = 28,2 ve 169,3 mm**

💎 **ÖZ:** Hesap · SCS eğri numarası (CN)

📋 Hangi formül? — Soru 41

SCS-CN akışı — «SCS eğri numarası ile akış» isteniyor; CN'yi akış derinliğine çeviren kalıp bu.

terimler

türetim

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Q: akış derinliği, mm · P: yağış, mm · Ia: başlangıç kaybı = 0,2·S, mm · S: en büyük tutma = 25400/CN − 254

💎 **ÖZ:** Formül: SCS-CN akışı

📋 Adım adım — Soru 41 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **S** — CN'yi formüle koy. → **S = 84,67 mm**
2. **Ia** — S'nin %20'sini al. → **Ia = 16,93 mm**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 41 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **Q, C** — $(P - Ia)^2$'yi (P − Ia + S)'ye böl; sonra P'ye böl. → **Q = 26,9 mm · C = 0,34**
4. **(b) CN** — CN = 90 ve 60 için S, Ia, Q'yu tekrarla. → **53,9 · 9,9 mm**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Ia'yı çıkarmadan P^2 ile hesaplamak ya da P ≤ Ia iken akış bulmak (Q = 0 olmalı).

💎 **ÖZ:** Plan: S → Ia → Q, C → (b) CN

✓ Çözüm — Soru 41

sınav cevabı

(a)

- S = 25400/75 − 254 = **84,67 mm**
- Ia = 0,2 × 84,67 = **16,93 mm**
- Q = (80 − 16,93)² / (80 − 16,93 + 84,67) = 3978 / 147,7 = **26,9 mm**
- C = 26,9 / 80 = **0,34**

(b)

- CN = 90: S = 28,2 · Ia = 5,6 → **Q = 53,9 mm**
- CN = 60: S = 169,3 · Ia = 33,9 → **Q = 9,9 mm**

Yorum: kentleşme (CN ↑) aynı yağıştan beş kat akış üretebilir.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → S = 84,67 · Ia = 16,93 · Q = 26,9 mm.

🧩 F2 · φ-İNDEKSİ — formül

$$\sum_{P_i > \varphi} (P_i - \varphi)\,\Delta t = Q_d$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- P_i: aralığın şiddeti (mm/h) · Δt: aralık (h)
- Q_d: doğrudan akış derinliği (mm)

💎 **ÖZ:** Yalnız φ'den büyük aralıklar toplama girer.

S42 · φ-indeksi

tanım

TR: Saatlik yağış (mm): 8 · 22 · 35 · 18 · 6. Doğrudan akış derinliği 31 mm. φ-indeksi?

EN: Find the φ-index for this storm.

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: bir φ tahmin et, hangi saatlerin gireceğine bak, denklemi kur, kontrol et.

📋 Ne istiyor? — Soru 42

formül

Ne istiyor? Saatlik yağışı ve 31 mm doğrudan akışı verilen fırtınanın φ-indeksi (sabit kayıp hızı, mm/h).

Soru tipi: Hesap · φ-indeksi

diyagram

- *φ-index* → φ-indeksi · sabit kayıp hızı; φ'yi aşan yağış akar
- *trial and error* → deneme–yanılma · φ tahmin et, sonra kontrol et

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«Saatlik yağış (mm): 8 · 22 · 35 · 18 · 6»* → Her saatin yağışı, Δt = 1 h. → **P_i = 8, 22, 35, 18, 6 mm**
- *«Doğrudan akış derinliği 31 mm»* → φ üstündeki yağışların toplamı buna eşit olmalı. → **Qd = 31 mm**
- *«φ-indeksi?»* → Sabit kayıp oranı isteniyor. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Hesap · φ-indeksi

📋 Hangi formül? — Soru 42

φ-indeksi — «φ-indeksi?» deniyor; φ'yi aşan yağışların toplamı doğrudan akışa eşit olmalı.

terimler

türetim

$$\sum_{P_i > \varphi} (P_i - \varphi)\,\Delta t = Q_d$$

φ: sabit kayıp hızı, mm/h · P_i: aralığın şiddeti, mm/h · Δt: aralık, h · Qd: doğrudan akış derinliği, mm

---

💎 **ÖZ:** Formül: φ-indeksi

📋 Adım adım — Soru 42 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **kayıp** — Toplam yağıştan doğrudan akışı çıkar. → **kayıp = 58 mm**
2. **deneme** — Bir φ dene (13); φ'yi aşan saatlerin fazlasını topla. → **36 > 31** → **φ daha büyük**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 42 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **φ** — Giren 3 saatle denklemi kur, φ'yi çöz. → **φ = 14,7 mm/h**
4. **kontrol** — Giren ve girmeyen saatleri φ ile kıyasla. → **φ = 14,7 doğru**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** Bütün saatleri toplama katmak; φ'den küçük saatler (8 ve 6) girmez.

💎 **ÖZ:** Plan: kayıp → deneme → φ → kontrol

✓ Çözüm — Soru 42

sınav cevabı

Adım 1 — Toplam: ΣP = 89 mm → kayıp = 89 − 31 = **58 mm**

Adım 2 — Deneme φ = 13: (22−13) + (35−13) + (18−13) = 36 ≠ 31 → φ daha büyük

Adım 3 — 22, 35, 18 saatleri girer:

- (22 + 35 + 18) − 3φ = 31 → 75 − 3φ = 31 → **φ = 14,7 mm/h**

Adım 4 — Kontrol: 18 > 14,7 ✓ · 8 ve 6 < 14,7 ✓

Not: W-indeksi (kayıp / toplam süre) = 58/5 = 11,6 mm/h; φ ondan büyük, çünkü zayıf saatleri dışarıda bırakır.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → φ = 14,7 mm/h (3 saat girer).

🧩 F3 · BİRİM HİDROGRAF — formül

$$Q_n = \sum_m P_m \, U_{n-m+1}$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- P_m: fazla yağış (birim = 10 mm) · U: BH (m^3/s)

💎 **ÖZ:** Çarp, bir adım ötele, topla.

🔵 S43 · Birim hidrograf uygulaması

tanım

TR: 1 saatlik BH (10 mm fazla yağış için, m^3/s): 0 · 5 · 15 · 10 · 5 · 0. Fazla yağış: 1. saat 20 mm, 2. saat 10 mm. (a) Doğrudan akış hidrografı ve tepe? (b) BH'nin hacminden havza alanı?

EN: Apply the unit hydrograph to a two-hour storm.

Yol haritası sonraki sayfada →

💎 **ÖZ:** İpucu: 20 mm = 2 birim, 10 mm = 1 birim; ikincisi 1 h kayar.

📋 Ne istiyor? — Soru 43

formül

Ne istiyor? (a) İki saatlik fazla yağışın doğrudan akış hidrografı ve tepesi, (b) BH'nin hacminden havza alanı.

Soru tipi: Hesap · birim hidrograf uygulaması

animasyon

- *unit hydrograph* → birim hidrograf · 10 mm fazla yağışın hidrografı
- *superposition* → üst üste toplama · çarp, ötele, topla

💎 **ÖZ:** Hesap · birim hidrograf uygulaması

📋 Verilenler — Soru 43

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«10 mm fazla yağış için»* → BH 10 mm'lik birim içindir; yağışlar 10'a bölünür. → **U = 10 mm**
- *«0 · 5 · 15 · 10 · 5 · 0»* → BH ordinatları. → **U = m³/s**
- *«1. saat 20 mm»* → İlk saat 2 birim. → **P_m = 2**
- *«2. saat 10 mm»* → İkinci saat 1 birim, 1 saat ötelenir. → **P_m = 1**
- *«Doğrudan akış hidrografı ve tepe?»* → Q_n dizisi ve tepesi isteniyor. → **istenen**
- *«BH'nin hacminden havza alanı?»* → BH hacmi / 10 mm = A. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 43

Birim hidrograf toplamı — BH ve iki saatlik fazla yağış verilmiş; her saati çarpıp öteleyip toplayan kalıp bu.

terimler

türetim

$$Q_n = \sum_m P_m \, U_{n-m+1}$$

Q_n: n. saatte doğrudan akış, m^3/s · P_m: m. saatin fazla yağışı, birim · U: birim hidrograf, m^3/s

---

💎 **ÖZ:** Formül: Birim hidrograf toplamı

📋 Adım adım — Soru 43 (1–2)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **birim** — Fazla yağışları 10 mm'lik birime çevir.
   → **2 · 1 birim**
2. **ölçekle** — BH'yi 2 ile çarp; 1 × BH'yi 1 h ötele.
   → **iki hidrograf**

1. adım

2. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (3–4).

📋 Adım adım — Soru 43 (3–4)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

3. **(a) topla** — Aynı saatteki değerleri topla. → **tepe 35 m³/s (2–3 h)**
4. **(b) alan** — BH ordinatlarını topla, 3600 ile çarp, 0,010 m'ye böl. → **A = 12,6 km²**

3. adım

4. adım

⚠️ **Tuzak:** İkinci saatin hidrografını 1 saat ötelemeyi unutmak ya da 20 mm'yi 2 birime çevirmemek.

💎 **ÖZ:** Plan: birim → ölçekle → (a) topla → (b) alan

✓ Çözüm — Soru 43

sınav cevabı

(a)

- 2 × BH: 0 · 10 · 30 · 20 · 10 · 0
- 1 × BH (1 h ötele): 0 · 0 · 5 · 15 · 10 · 5 · 0
- Toplam: 0 · 10 · **35 • 35** · 20 · 5 · 0 → tepe **35 m³/s** (2–3 h)

(b) ΣU = 35 m³/s → hacim = 35 × 3600 = 126 000 m³

- Bu hacim 10 mm'ye eşit → A = 126 000 / 0,010 = **12,6 km²**

Kontrol: doğrudan akış hacmi 378 000 m³ = **30 mm** = 20 + 10 ✓

Not: başka süreli BH gerekirse **S-eğrisi** kurulur, ötelenip çıkarılır.

adım adım

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → tepe 35 m³/s · A = 12,6 km² · hacim kontrolü 30 mm.

🧩 F4 · NORMAL ORAN — formül

$$P_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{N_x}{N_i} P_i$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- N_x, N_i: yıllık normaller · P_i: komşunun yağışı

💎 **ÖZ:** Fark < %10 ise aritmetik ortalama yeter.

S44 · Eksik veri: normal oran

tanım

TR: X istasyonunun bir günlük verisi eksik (N_x = 900 mm). Komşular: A 48 mm (N = 820) · B 62 mm (N = 1050) · C 55 mm (N = 930). (a) Hangi yöntem? (b) P_x?

EN: Estimate the missing rainfall by the normal-ratio method.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: önce her normalin N_x'ten yüzde farkına bak.

📋 Ne istiyor? — Soru 44

formül

Ne istiyor? (a) Eksik günlük veri için hangi yöntemin seçileceği, (b) X istasyonunun eksik yağışı P_x.

Soru tipi: Hesap · eksik veri, normal oran

diyagram

- *normal-ratio method* → normal oran yöntemi · normaller %10'dan çok farklıysa
- *missing data* → eksik veri · komşu istasyonlardan doldurulur

---

💎 **ÖZ:** Hesap · eksik veri, normal oran

📋 Verilenler — Soru 44

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«N_x = 900 mm»* → X'in normal yıllık yağışı. → **N_x = 900 mm**
- *«A 48 mm (N = 820)»* → A'nın o günkü yağışı ve normali. → **P_i = 48 mm; N = 820**
- *«B 62 mm (N = 1050)»* → B normali %10'dan fazla farklı. → **P_i = 62 mm; N = 1050**
- *«C 55 mm (N = 930)»* → C'nin yağışı ve normali. → **P_i = 55 mm; N = 930**
- *«Hangi yöntem?»* → Normal fark > %10 ise normal oran seçilir. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 44

Normal oran — Komşuların normali X'ten çok farklı; yağışları normal oranıyla ölçekleyen kalıp bu.

terimler

türetim

$$P_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{N_x}{N_i} P_i$$

P_x: X'in eksik yağışı, mm · N_x: X'in yıllık normali · N_i: komşunun yıllık normali · P_i: komşunun o günkü yağışı

💎 **ÖZ:** Formül: Normal oran

📋 Adım adım — Soru 44

Adımlar — kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **(a) fark** — Her normalin N_x'ten yüzde farkını bul. → **B > %10** → **normal oran**
2. **terimler** — Her komşunun yağışını N_x/N_i ile çarp. → **52,68 · 53,14 · 53,23**
3. **(b) P_x** — Üç terimin ortalamasını al. → **P_x = 53,0 mm**

1. adım

2. adım

3. adım

⚠️ **Tuzak:** Normaller %10'dan çok farklıyken aritmetik ortalama almak (55,0 mm, şişkin çıkar).

💎 **ÖZ:** Plan: (a) fark → terimler → (b) P_x

✓ Çözüm — Soru 44

sınav cevabı

(a) Farklar: A −%8,9 · B **+%16,7** · C +%3,3 → B %10'u aşıyor → **normal oran**.

(b)

- A: 900/820 × 48 = 52,68
- B: 900/1050 × 62 = 53,14
- C: 900/930 × 55 = 53,23
- P_x = (52,68 + 53,14 + 53,23) / 3 = **53,0 mm**

Kıyas: aritmetik ortalama 55,0 mm olurdu; B'nin yüksek normali onu şişirirdi.

Bağ: çift kütle eksik veriyi doldurmaz; doldurma bu yöntemle yapılır, sonra seri test edilir.

adım adım

kod

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → B %16,7 farklı → normal oran → 53,0 mm.

🧩 F5 · GUMBEL FREKANS KATSAYISI — formül

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi}\left[0{,}5772 + \ln\ln\frac{T}{T-1}\right]$$

Formüldeki terimler — tek tek:

- T: dönüş aralığı (yıl) · 0,5772: Euler sabiti
- X_T = $\bar{X}$ + K_T·σ (Chow) → T yıllık değer

💎 **ÖZ:** √6/π = 0,7797.

S45 · Gumbel ile T yıllık yağış

tanım

TR: Yıllık maksimum günlük yağış serisinin ortalaması 62 mm, σ = 18 mm. (a) K_{100} ve 100 yıllık yağış? (b) 50 yıllık? (c) Hershfield'daki Km'den farkı?

EN: Estimate the 100- and 50-year rainfall with the Gumbel distribution.

web'de çöz

Yol haritası sonraki sayfada →

ÖZ: İpucu: önce ln(T/(T−1)), sonra bir kez daha ln.

📋 Ne istiyor? — Soru 45

formül

Ne istiyor? (a) K_{100} ve 100 yıllık yağış, (b) 50 yıllık yağış, (c) Gumbel K'si ile Hershfield Km'sinin farkı.

Soru tipi: Hesap · Gumbel ile T yıllık yağış

animasyon

- *frequency factor* → frekans katsayısı · $X_t = \bar{X} + K_t \cdot \sigma$
- *Gumbel distribution* → Gumbel dağılımı · yıllık maksimum serisine uyar

---

💎 **ÖZ:** Hesap · Gumbel ile T yıllık yağış

📋 Verilenler — Soru 45

Sorudan formüle — hangi ifadeden ne anladık?

- *«ortalaması 62 mm»* → Serinin ortalaması. → **$\bar{X}$ = 62 mm**
- *«σ = 18 mm»* → Standart sapma. → **σ = 18 mm**
- *«K_{100} ve 100 yıllık yağış?»* → T = 100 için K ve X_t isteniyor. → **T = 100 yıl**
- *«50 yıllık?»* → T = 50 için X_t. → **T = 50 yıl**
- *«Hershfield'daki Km'den farkı?»* → İki K'nin kaynağı karşılaştırılacak. → **istenen**

💎 **ÖZ:** Her sayının işini bil: formülde nereye girdiğini gör.

📋 Hangi formül? — Soru 45 (1/2)

Gumbel frekans katsayısı — «Gumbel ile T yıllık yağış» isteniyor; önce dönüş aralığından K bulunur.

terimler

türetim

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi}\left[0{,}5772 + \ln\ln\frac{T}{T-1}\right]$$

K_t: frekans katsayısı · T: dönüş aralığı, yıl · 0,5772: Euler sabiti · √6/π: 0,7797

💎 **ÖZ:** Gumbel frekans katsayısı

📋 Hangi formül? — Soru 45 (2/2)

Chow frekans denklemi — K bulununca ortalama ve σ ile T yıllık değere geçilir.

$$X_T = \bar{X} + K_T\,\sigma$$

X_t: T yıllık yağış, mm · $\bar{X}$: seri ortalaması, mm · σ: standart sapma, mm

---

💎 **ÖZ:** Chow frekans denklemi

📋 Adım adım — Soru 45 (1–3)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

1. **ln ln** — T/(T – 1)'in ln'ini, sonra bir kez daha ln'ini al. → **ln ln = –4,600**
2. **K_{100}** — Euler sabitini ekle, –0,7797 ile çarp. → **K_{100} = 3,137**
3. **X_{100}** — Ortalamaya K × σ ekle. → **X_{100} = 118,5 mm**

1. adım

2. adım

3. adım

💎 **ÖZ:** Devamı sonraki sayfada (4–5).

📋 Adım adım — Soru 45 (4–5)

Kare kodu okut ya da dokun: web'de o adım açılır.

4. **(b) T = 50** — Aynı yolu T = 50 için izle. → **X_{50} = 108,7 mm**
5. **(c) fark** — K'nın nereden geldiğini karşılaştır. → **risk ↔ üst sınır**

4. adım

5. adım

⚠️ **Tuzak:** Tek ln almak ya da baştaki eksi işaretini unutmak; K_{100} pozitif (≈ 3,1) çıkmalı.

💎 **ÖZ:** Plan: ln ln → K_{100} → X_{100} → (b) T = 50 → (c) fark

✓ Çözüm — Soru 45

sınav cevabı

(a) T = 100: ln(100/99) = 0,01005 → ln = **–4,600**

- K_{100} = –0,7797 × (0,5772 – 4,600) = **3,137**
- X_{100} = 62 + 3,137 × 18 = **118,5 mm**

(b) T = 50: ln ln(50/49) = –3,902 → K_{50} = **2,592** → X_{50} = **108,7 mm**

(c) Aynı kalıp $\bar{X}$ + Kσ:

- **Gumbel:** K seçilen **riskten** (T) gelir → 3,1
- **Hershfield:** K gözlenen **en uç olaydan** gelir → 9–15 → üst sınır (PMP)

adım adım

animasyon

💎 **ÖZ:** Sınavda yaz → K_{100} = 3,137 · 118,5 mm · K_{50} = 2,592 · 108,7 mm.

GB F · Bölüm terimleri

EN (tür) · TR · örnek

- **curve number** (n) · eğri numarası · *CN rises with urbanization.*
- **initial abstraction** (n) · başlangıç kaybı · *Ia is 0.2 S.*
- **unit hydrograph** (n) · birim hidrograf · *Scale and add the unit hydrograph.*
- **superposition** (n) · üst üste toplama · *Superposition assumes linearity.*
- **missing data** (n) · eksik veri · *Fill the missing data first.*
- **frequency factor** (n) · frekans katsayısı · *K is 3.14 for T = 100.*

Kalıp: *The missing value **was estimated from** three neighbouring stations.*

💎 **ÖZ:** "was estimated from" = yöntem cümlesinin kalıbı.

Z · SON 30 DAKİKA

📋 Z1 · Formüller — bütçe, birim, yağış

- **Bütçe:** P = Q + ET + ΔS · uzun dönem ET ≈ P – Q
- ΔS/Δt = (P + I ± G) – (E + T + R)
- **Debi ↔ derinlik:** $\bar{Q}$ = R·A / Δt · C = R / P
- 1 cfs = 0,02832 m^3/s · 1 kg/m^2 = 1 mm · 1 yıl = $3{,}1536\times10^7$ s
- **Radar:** RR = 0,036 · 10^x, x = 0,0625·dBZ · dBZ = 10 log Z
- **Damla:** N = $N_0 \cdot e^{-\Lambda r}$ · Λ = 8200 · $RR^{-0{,}21}$ m^{-1}
- **PW:** W = $\bar{q}$ · Δp / (ρ g) → q kg/kg, Δp Pa

💎 **ÖZ:** Önce birimi çevir; formül ancak sonra işe yarar.

📋 Z2 · Formüller — ölçüm ağı ve veri

- **Aritmetik:** ΣP / n — yalnız havza içi
- **Thiessen:** ΣAP / ΣA — dış ölçer içerideki parçasıyla
- **İzohiyet:** Σ[A · (P₁ + P₂)/2] / ΣA
- **Optimum ölçer:** $C_v = 100\sigma/\bar{x}$ (σ: n − 1) · $N = (C_v/\varepsilon)^2$ ↑
- **Çift kütle:** Pcx = Px · Mc / Ma
- **IDF:** i = a/(t + b) (≤ 120 dk) · $i = C/t^n$ · derinlik = i × t
- **Risk:** $R = 1 - (1 - 1/T)^n$

💎 **ÖZ:** Thiessen ağırlıkları toplamı 1; N her zaman yukarı yuvarlanır.

📋 Z3 · Formüller — ekstrem, hazne, buharlaşma

- **Horton:** P = Pm · e^{-kA^n} · ln ln(Pm/P) = ln k + n ln A
- **Zarf:** R = 42,2 · $D^{0,475}$ (R cm, D saat)
- **Hershfield:** Km = (Xm − $\bar{X}_{n-1}$)/σ_{n-1} · PMP = $\bar{X}_n$ + Km σ_n
- **Hazne:** dh/dt = P − E + (Qin − Qout)/A
- Kararlı: Qout = Qin + (P − E)·A
- **Tava:** E(göl) = Kp · E(tava) (Kp ≈ 0,7)
- **Harbeck–Meyers:** E = b·u_2·(e_s − e_2), b ≈ 0,0119 → cm/gün
- L_v ≈ 580 cal/g ≈ 2,43×10^6 J/kg

💎 **ÖZ:** Km'de kısa seri, PMP'de tüm seri; hazne terimleri m/yıl.

📋 Z4 · Formüller — akış ve HEC-HMS

- **Rasyonel:** Qp = CIA/360 (mm/h, ha → m^3/s) · Qp = CIA (in/h, acre → cfs)
- **Initial & Constant:** ΣP ≤ Ia → 0; sonra P − fc·Δt
- **Clark:** O = C_A·I + C_B·O_{t-1} · C_A = Δt/(R + 0,5Δt)
- **Taban akışı:** Q = $Q_0 \cdot e^{-t/k}$
- **Lag:** çıkış = giriş, lag kadar geç
- **SCS:** S = 25400/CN − 254 · Ia = 0,2S · Q = $(P - Ia)^2/(P - Ia + S)$
- **φ:** Σ(P_i − φ)Δt = Q_d · **Gumbel:** $X_T = \bar{X} + K_T \sigma$

💎 **ÖZ:** Simülasyon = basin + meteorologic + control specifications.

⚠️ Z5 · Sık yapılan hatalar (1)

- **Birim:** $km^2 \rightarrow m^2$ ($\times 10^6$), ha ($\times 10^4$), mm → m ($\div 1000$), saat → s
- **Bütçe:** kısa dönemde de $\Delta S = 0$ almak
- **Alansal:** dış ölçeri aritmetiğe katmak, Thiessen'den atmak
- **Optimum ölçer:** kareyi unutmak (slayt hatası), N'yi aşağı yuvarlamak
- **Çift kütle:** katsayıyı ters kurmak; yeni döneme uygulamak
- **IDF:** derinlikte dakikayı saate çevirmemek
- **Radar:** dBZ'yi Z gibi kullanmak

💎 **ÖZ:** Hataların yarısı birimdir: her sayının yanına birimini yaz.

⚠️ Z6 · Sık yapılan hatalar (2)

- **Risk:** olasılıkları toplamak (30/100 = %30 değil, %26)
- **Horton:** iç logaritmada $\log_{10}$; P = Pm satırını kullanmak
- **Zarf:** D'ye dakika yazmak (30 dk → 0,5)
- **Hershfield:** serileri karıştırmak; σ türünü yazmamak
- **Hazne:** 1,05 slayt toplamı (doğrusu 1,150)
- **Harbeck–Meyers:** e_2 için su sıcaklığının e_s'si
- **Rasyonel:** A'yı km^2; I'yı Tc yerine yağış süresiyle seçmek
- **HEC-HMS:** "Lag sönümler", "R ↑ tepeyi büyütür" yanılgıları

💎 **ÖZ:** Ara değer yazan, son sayıda yanılsa bile yolu savunur.

🎯 Z7 · Sınav sabahı — kontrol listesi

- Hesap makinesi: **ln**, **log**, **x^y**, **σn / σn−1** tuşlarını dene
- Her soruda: verilen → formül (harfle) → birim → hesap → yorum
- Soru İngilizce ise anahtar sözcükleri çiz: *mean areal, return period, steady state, peak*
- Slayt sayısıyla çelişen sonucunu sil**me**: yolun doğruysa savun
- Son 5 dakika: birimler, işaretler (± G, ΔS), yuvarlama

💎 **ÖZ:** Sakin ol: vize kısa hesaplardan oluşur ve hepsi bu defterde.