

SU TEMİNİ UYGULAMASI

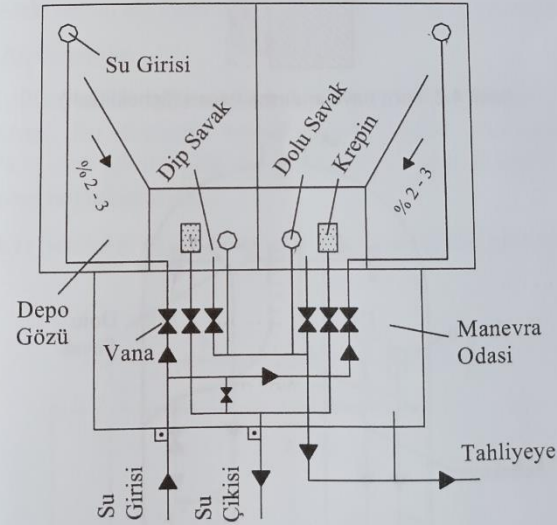
HAZNELER

Doğukan TUNAY

Tablo 4.2. Nüfusa bağlı olarak yangın için gerekli su hacimleri

Nüfus (kişi)	Yangın Hacmi (V_v)
$N < 10000$	36
$10000 < N < 50000$	72
$N > 50000$	360

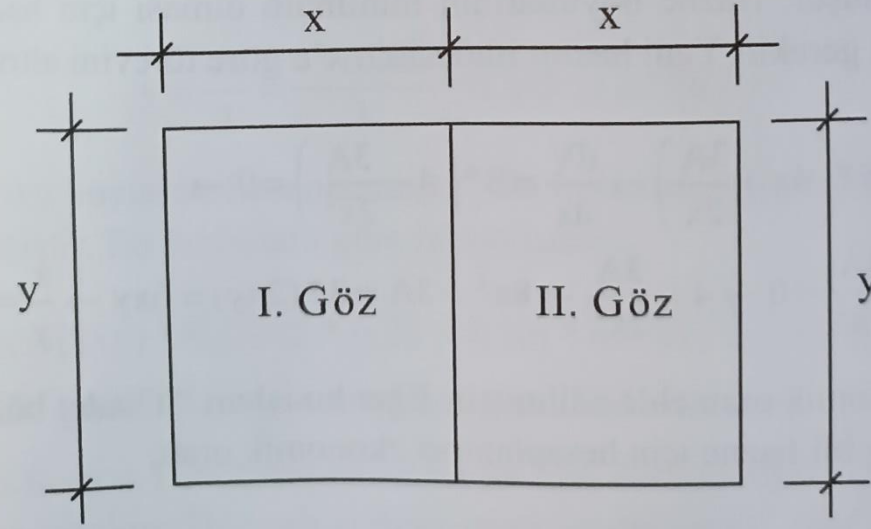
Haznede maksimum su seviyesinden sonra minimum 30 cm'lik bir hava payı bırakılmalıdır. Depoya dökülen su, en yüksek su seviyesinden 15-20 cm yukarıda olmalıdır. Hazne tabanına çöken katı maddeleri uzaklaştırmak amacıyla tabana eğim verilmelidir. Ayrıca depo edilen suyu ısınmaktan korumak amacıyla haznelerin üzerinde 0.7-1.0 m'lik bir toprak dolgu yapılmalıdır. Şekil 4.1'de üstten girişli bir ayaklı depo için vana düzenleri verilmiştir. Haznelerde, suların istenmeyen kısımlara taşmasını ve istenmeyen basınç altında kalmasını önlemek amacıyla dolu savak kullanılır.

**Şekil 4.1.** Üstten girişli bir su deposuna ait manevra odasındaki boru donanımı

Dolu savak, deponun bir gözünün işletme dışında olması durumuna göre hesaplanır. Bu boru üzerinde vana bulunmaz. Ancak dış ucuna kurbağalık klapesi koyulur. Borulu dolu savakların ucuna, savak yükünü azaltmak maksadıyla tromplenden denilen bir ağızlık takılır (Şekil 4.2). Dolu savak trompleni ağız çapı hesaplarında, Gourley formülü ve Poleni formülü kullanılır. Bu bağıntılar için verilen şartlar sağlanmadığı takdirde dip savak gibi hesap yapılır. İlerleyen kısımlarda bununla

Soru 4.1: Planı dikdörtgen şeklinde olan iki gözlü bir depoyu ekonomik olarak boyutlandırınız. Bu ekonomik boyutlara göre günlük maksimum su sarfıyatı, $q_{\max} = 120 \text{ lt/N.G}$ olan 8500 kişilik bir yerleşim yeri için, cazibeli isale hâlindeki minimum hazneyi boyutlandırınız.

Çözüm 4.1: Şekil 4.4'te, dikdörtgen planlı ve iki gözlü bir hazne görülmektedir.

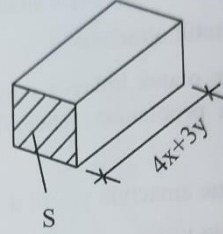


Şekil 4.4. Dikdörtgen planlı iki gözlü bir hazne

Şekil 4.4'ten;

$$\text{Toplam duvar uzunluğu} = L = 4x + 3y$$

Toplam alan = $A = 2xy$
 şeklinde ifade edilmiştir. Haznenin hacmini, yüksekliği L ve taban alanı S olan bir dikdörtgenler prizması ile modellersek hazne hacmi,
 $V_H = S * (4x+3y)$
 olarak yazılır. Model prizma, Şekil 4.5'te görülmektedir.



Şekil 4.5. V_H hacmini temsil eden model prizma

Yukarıda yazdığımız toplam alan ifadesiden;

$$y = A/(2x)$$

yazabiliriz. Eğer hacim bağıntısında “y” yerine $A/(2x)$ yazarsak hacim ifadesi;

$$V = S * \left(4x + \frac{3A}{2x} \right)$$

şekline dönüşür. Hazne boyutlarının minimum olması için hacmin türevini sıfıra eşit olması gerekir. Yeni hacim ifadesinin x 'e göre türevini alırsak;

$$V = S * \left(4x + \frac{3A}{2x} \right) \rightarrow \frac{dV}{dx} = S * \left(4 - \frac{3A}{2x^2} \right) = 0 \rightarrow$$

$$4 - \frac{3A}{2x^2} = 0 \rightarrow 4 = \frac{3A}{2x^2} \rightarrow 8x^2 = 3A = 3 * (2xy) = 6xy \rightarrow \frac{x}{y} = \frac{3}{4}$$

olarak ekonomik oran elde edilmiştir. Eğer bu işlem “n” adet bölmeden oluşan dikdörtgen planlı bir hazne için hesaplanırsa ekonomik oran;

$$\frac{x}{y} = \frac{n+1}{2n}$$

şeklinde elde edilir. Şimdi sorudaki hazne hacmini hesaplayalım. Burada, daha önce de bahsedildiği gibi $a = b$ için cazibeli ya da terfili isale durumuna göre %

kriterleri mevcuttu. Soruda cazibeli isale dendiğine göre %33 değeri baz alınacaktır. Yani eksik veya fazla hacimler toplamının bu değerden küçük olması durumundadır. Yani doğru bu değerin kendisi, toplam sonuçların bu değerden büyük olması hâlinde ise toplam sonuçlar aynen alınıyordu. Burada, cazibeli isale hâlinde minimum hazne hacmi için $a = b = \%33$ olacaktır. Yangın hacmi olarak Tablo 4.2'den $V_y = 36 \text{ m}^3$ olarak alınmıştır. (nüfus = 8500 kişi < 10000). Tamirat hacmini de minimum olarak salınım hacminin %10'u kabul edelim. Buna göre gerekli hazne hacmi;

$$V_H = \left[\frac{0.33 * 120 * 8500}{1000} \right] + 36 + \left(0.10 * \left[\frac{0.33 * 120 * 8500}{1000} \right] \right) =$$

$$V_H = 336.6 + 36 + 33.66 = 406.26 \text{ m}^3 \cong 410 \text{ m}^3$$

olarak hazne boyutları hesaplanmıştır. Haznedeki su yüksekliği, Tablo 4.1'den 4 m olarak alınmıştır ($400 < 410 < 500 \text{ m}^3$). Şimdi hazneyi ekonomik olarak bu hacim için boyutlandıralım:

$$V_H = A * h_{su} = (2xy) * h_{su}$$

$$4x = 3y \rightarrow y = \frac{4x}{3}$$

$$V_H = \left(2 * x * \frac{4x}{3} \right) * h_{su}$$

$$V_H = 410 = \frac{8x^2}{3} * 4 \rightarrow x = \sqrt{\frac{410 * 3}{8 * 4}} = 6.199 \text{ m} \cong 6.25 \text{ m}$$

$$y = \frac{4x}{3} = \frac{4 * 6.199}{3} = 8.265 \text{ m} \cong 8.30 \text{ m}$$

olarak hazne boyutları hesaplanmıştır. Bu hesaplamada, hazne duvarlarındaki şev ihmal edilmiştir. Bu boyutlara göre hazne hacmi;

$$V_H = (2xy) * h_{su} = (2 * 6.25 * 8.30) * 4 = 415 \text{ m}^3 > 410 \text{ m}^3$$

olduğundan gerekli hacmi emniyetle karşılamaktadır.

Soru 4.2: Soru 4.1'de hesaplanan hazne için dolu savak ve dip savak borularının hesabı yapılacaktır. Haznedeki dolu savak ve dip savak, Şekil 4.6'da verilmiştir. Dolu savaktan geçen debi $Q = 80 \text{ lt/s}$, savak yükü $h = 8 \text{ cm}$ ve debi katsayısı $C_d = 0.6$ 'dır. Buna göre gerekli hesaplamaları yapınız.

Soru 4.3: Günlük maksimum su ihtiyacı, $Q = 4000 \text{ m}^3$ olan 35700 kişi nüfuslu bir yerleşim yerine ait 24 saatlik sarfiyat salınımı, Tablo 4.3'te verilmiştir. Bu yerleşim yeri için;

- a) Cazibeli isale hâlinde gerekli hazne hacmini tablo ile hesaplayınız.
- b) Terfili isale hâlinde pompanın $09^{00} - 19^{00}$ saatleri arasında çalışması durumunda gerekli hazne hacmini tablo ile hesaplayınız.
- c) Cazibeli ve terfili isale için gerekli hazne hacmini grafik metodu ile tespit ediniz.
- d) Cazibeli ve terfili isale durumu için haznede biriken suyun zamanla değişimini gösteriniz.
- e) Cazibeli ve terfili isale hâlleri için giriş ve çıkış debi gidiş çizgilerini çizin.

Tablo 4.3. Yerleşim yerine ait 24 saat'lik sarfiyat salınımları

No	Zaman-saat	Günlük sarfiyat-m ³ /gün	No	Zaman-saat	Günlük sarfiyat-m ³ /gün
1	0-1	60,00	13	12-13	340,00
2	1-2	60,00	14	13-14	340,00
3	2-3	40,00	15	14-15	320,00
4	3-4	40,00	16	15-16	280,00
5	4-5	60,00	17	16-17	260,00
6	5-6	80,00	18	17-18	240,00
7	6-7	120,00	19	18-19	160,00
8	7-8	140,00	20	19-20	160,00
9	8-9	180,00	21	20-21	120,00
10	9-10	220,00	22	21-22	100,00
11	10-11	240,00	23	22-23	80,00
12	11-12	280,00	24	23-24	80,00

Çözüm 4.3: Tablo 4.3'ten görüldüğü gibi günlük sarfiyat değerlerinin toplamı, yerleşim yerinin 24 saatlik su ihtiyacı olan $Q = 4000 \text{ m}^3$ 'e eşittir. Hazne hacmi mi hesaplayabilmek için günlük sarfiyat değerlerini yüzdeye dönüştürmemiz gerekir. Buna ait hesap sonuçları da Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Yerleşim yerine ait günlük sarfiyat yüzdeleri

No	Zaman-saat	Günlük sarfiyat (%)	No	Zaman-saat	Günlük sarfiyat (%)
1	0-1	1,50	13	12-13	8,50
2	1-2	1,50	14	13-14	8,50
3	2-3	1,00	15	14-15	8,00
4	3-4	1,00	16	15-16	7,00
5	4-5	1,50	17	16-17	6,50
6	5-6	2,00	18	17-18	6,00
7	6-7	3,00	19	18-19	4,00
8	7-8	3,50	20	19-20	3,00
9	8-9	4,50	21	20-21	2,50
10	9-10	5,50	22	21-22	2,00
11	10-11	6,00	23	22-23	2,00
12	11-12	7,00	24	23-24	2,00

Kontrol amacıyla Tablo 4.4'teki günlük sarfiyat yüzdelerinin toplamı da %100 olmalıdır.

a) Cazibeli isale durumunda her saat için giriş yüzdesi $100 / 24 = 4.1666666$ şeklindedir. Bu giriş yüzdelerinin toplamı da %100 olduğundan bazı saatlere

%4.16, bazı saatlere de %4.17 verilerek toplam %100'e tamamlanmıştır. Sonra eksik ve fazla hacimler hesaplanmıştır.

Cazibeli isale için yapılan tüm hesaplar, Tablo 4.5'te görülmektedir.

b) Aynı şekilde, terfili isale durumu için yapılan tüm hesaplara ait sonuçlar Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.5. Cazibeli isale hâlinde hazne hacminin tablo ile hesabı

No	Zaman-saat	Günlük sarfiyat- m ³ /gün	Günlük Sarfiyat- %	Giriş-%	Eksik-%	Fazla-%	Giriş-Çıkış	Biriken Su Hac. Değiş.
1	0-1	60,00	1,50	4,16	-	2,66	2,66	2,66
2	1-2	60,00	1,50	4,16	-	2,66	2,66	5,32
3	2-3	40,00	1,00	4,16	-	3,16	3,16	8,48
4	3-4	40,00	1,00	4,16	-	3,16	3,16	11,64
5	4-5	60,00	1,50	4,16	-	2,66	2,66	14,30
6	5-6	80,00	2,00	4,16	-	2,16	2,16	16,46
7	6-7	120,00	3,00	4,17	-	1,17	1,17	17,63
8	7-8	140,00	3,50	4,17	-	0,67	0,67	18,30 (Max.)
9	8-9	180,00	4,50	4,17	0,33	Σ = 18,30	-0,33	17,97
10	9-10	220,00	5,50	4,17	1,33	-	-1,33	16,64
11	10-11	240,00	6,00	4,17	1,83	-	-1,83	14,81
12	11-12	280,00	7,00	4,17	2,83	-	-2,83	11,98
13	12-13	340,00	8,50	4,17	4,33	-	-4,33	7,65
14	13-14	340,00	8,50	4,17	4,33	-	-4,33	3,32
15	14-15	320,00	8,00	4,17	3,83	-	-3,83	-0,51
16	15-16	280,00	7,00	4,17	2,83	-	-2,83	-3,34
17	16-17	260,00	6,50	4,17	2,33	-	-2,33	-5,67
18	17-18	240,00	6,00	4,17	1,83	-	-1,83	-7,50 (Min.)
19	18-19	160,00	4,00	4,17	-	0,17	0,17	-7,33
20	19-20	160,00	4,00	4,17	-	0,17	0,17	-7,16
21	20-21	120,00	3,00	4,17	-	1,17	1,17	-5,99
22	21-22	100,00	2,50	4,17	-	1,67	1,67	-4,32
23	22-23	80,00	2,00	4,16	-	2,16	2,16	-2,16
24	23-24	80,00	2,00	4,16	-	2,16	2,16	0,00
TOPLAM = Σ		4000,00	100,00	100,00	25,80	Σ = 7,5	0,00	
						25,80	0,00	

Tablo 4.6. Terfili isale hâlinde hazne hacminin tablo ile hesabı

No	Zaman – saat	Günlük sarfiyat- m ³ /gün	Günlük Sarfiyat- %	Giriş-%	Eksik-%	Fazla-%	Giriş- Çıkış	Biriken Su Hac. Değiş.
1	0-1	60,00	1,50	0,00	1,50	-	-1,50	-1,50
2	1-2	60,00	1,50	0,00	1,50	-	-1,50	-3,00
3	2-3	40,00	1,00	0,00	1,00	-	-1,00	-4,00
4	3-4	40,00	1,00	0,00	1,00	-	-1,00	-5,00
5	4-5	60,00	1,50	0,00	1,50	-	-1,50	-6,50
6	5-6	80,00	2,00	0,00	2,00	-	-2,00	-8,50
7	6-7	120,00	3,00	0,00	3,00	-	-3,00	-11,50
8	7-8	140,00	3,50	0,00	3,50	-	-3,50	-15,00
9	8-9	180,00	4,50	0,00	4,50	-	-4,50	-19,50 (Min.)
10	9-10	220,00	5,50	10,00	Σ = 19,50	4,50	4,50	-15,00
11	10-11	240,00	6,00	10,00	-	4,00	4,00	-11,00
12	11-12	280,00	7,00	10,00	-	3,00	3,00	-8,00
13	12-13	340,00	8,50	10,00	-	1,50	1,50	-6,50
14	13-14	340,00	8,50	10,00	-	1,50	1,50	-5,00
15	14-15	320,00	8,00	10,00	-	2,00	2,00	-3,00
16	15-16	280,00	7,00	10,00	-	3,00	3,00	0,00
17	16-17	260,00	6,50	10,00	-	3,50	3,50	3,50
18	17-18	240,00	6,00	10,00	-	4,00	4,00	7,50
19	18-19	160,00	4,00	10,00	-	6,00	6,00	13,50 (Mak.)
20	19-20	160,00	4,00	0,00	4,00	-	-4,00	9,50
21	20-21	120,00	3,00	0,00	3,00	-	-3,00	6,50
22	21-22	100,00	2,50	0,00	2,50	-	-2,50	4,00
23	22-23	80,00	2,00	0,00	2,00	-	-2,00	2,00
24	23-24	80,00	2,00	0,00	2,00	-	-2,00	0,00
TOPLAM = Σ		4000,00	100,00	100,00	Σ = 13,50 33,00	33,00	0,00	

a) Tablo 4.5'te cazibeli isale için yapılan hesaplar görülmektedir. Burada eksik veya fazla hacimlerin toplamı birbirine eşit ve günlük ihtiyacın %25.80'i kadardır. Yani bu sonuca göre cazibeli isale hâli için gerekli hazne hacmi günlük ihtiyacın %25.80'i olmaktadır. Ancak İller Bankası Yönetmeliği'ne göre cazibeli isale durumunda minimum hazne hacmi günlük ihtiyacın en az %33'ü kadar alınmaktadır. O hâlde, burada hesaplanan hazne hacmi, minimum değerden de küçük olduğundan gerekli hazne hacmi %33 olarak alınacaktır. Eğer hesaplarda %33'ten daha büyük bir değer bulunsaydı, bu değer aynen alınacaktı. Yerleşim yerinin nüfusuna göre ($N = 35700$ kişi), Tablo 4.2'den gereken yangın hacmi, $V_y = 72 \text{ m}^3$

olarak alınmıştır. Ayrıca haznede arıza ve tamirat durumları için bırakılacak hacim ise salınım hacminin %20'si olarak seçilmiştir. Buna göre hazne hacmi;

$$V_H = 0.33 * 4000 + 72 + 0.20 * 0.33 * 4000 = 1320 + 72 + 264 = 1656 \text{ m}^3$$

olarak hesaplanmıştır.

b) Tablo 4.6'da ise terfili isale hâli için yapılan hesaplar verilmiştir. Burada eksik veya fazla hacimlerin toplamı yine birbirine eşit ve günlük ihtiyacın %33'ü olarak elde edilmiştir. İller Bankası Yönetmeliği'ne göre, terfili iletim hâlinde gerekli minimum hazne hacmi günlük ihtiyacın %25'i kadardır. Burada hesaplanan değer, bu minimum değerden büyük olduğundan aynen alınacaktır. Buna göre terfili isale durumunda gerekli hazne hacmi;

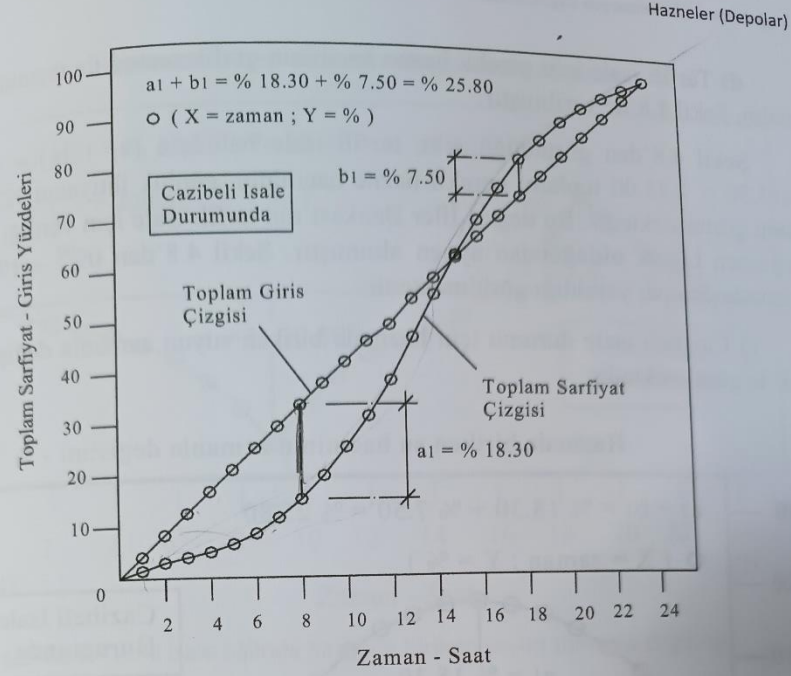
$$V_H = 0.33 * 4000 + 72 + 0.20 * 0.33 * 4000 = 1320 + 72 + 264 = 1656 \text{ m}^3$$

olarak elde edilmiştir. Burada görülen %33 değerleri karıştırılmamalıdır. "a" seçeneğindeki %33 değeri, İller Bankası Talimatnamesi'nin cazibeli isale durumu için verdiği asgari sınır değeridir. "b" seçeneğindeki %33 değeri ise terfili isale için doğrudan hesaplama sonucu elde edilen değerdir.

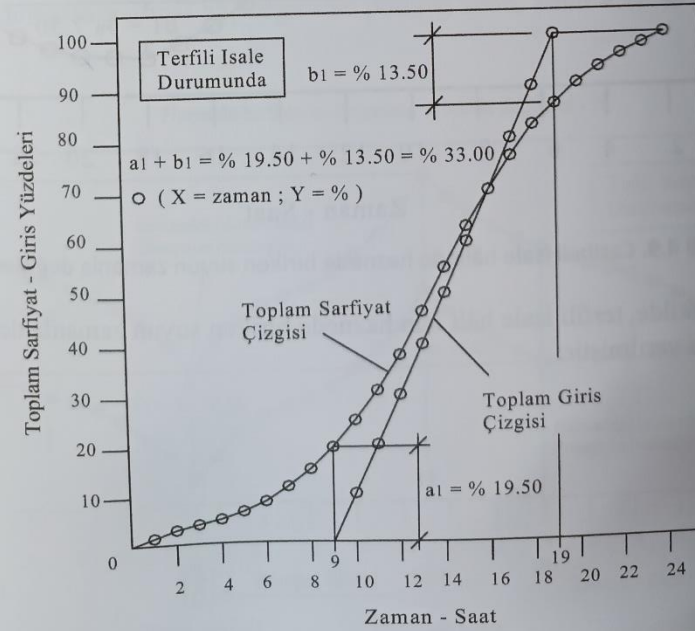
c) Cazibeli isale için gereken hazne hacminin grafik metodu ile tayini, Şekil 4.7'de görülmektedir. Grafik yöntem ile hazne hacminin bulunmasında, zamana göre toplam sarfiyat ve giriş yüzdeleri çizilmiştir. Her sarfiyat ve giriş yüzdesi, bir sonraki değere eklenerek %100'e kadar toplanmıştır. Çizimde "X" ekseninde zaman, "Y" ekseninde ise toplam yüzdeler görülmektedir. Şekil 4.7'de görülen uç değerlerden, "a₁" değeri fazlalık, "b₁" değeri ise eksiklik değerleridir. Fazlalık durumu, toplam giriş çizgisinin toplam sarfiyat çizgisinin üzerine çıktığı durumdur. Eksiklik hâli ise bunun tam tersidir. Çizimde görülen "a₁" ve "b₁" değerleri, hesap tablosunda açıkladığımız "a" ve "b" değerleri ile karıştırılmamalıdır (bk. Soru 4.4). Burada (a₁ + b₁) toplamı bize gerekli hazne hacminin günlük ihtiyacın yüzde kaç olacağını göstermektedir. Yani başka bir ifadeyle;

$$(a_1 + b_1) = (\text{Hesap tablosundaki eksik hacimler toplamı veya fazla hacimler toplamı})$$

yazılabilir. Burada cazibeli isale için, $(a_1 + b_1) = \%18.30 + \%7.50 = \%25.80$ sonucu gerekli hazne hacminin, günlük ihtiyacın %25.80'i olduğunu göstermektedir. Ancak daha önce de belirtildiği gibi, İller Bankası Talimatnamesi'ne göre bu değer yerine %33 değeri alınmıştır.



Şekil 4.7. Cazibeli isale hâlinde hazne hacminin grafik metod ile tayini

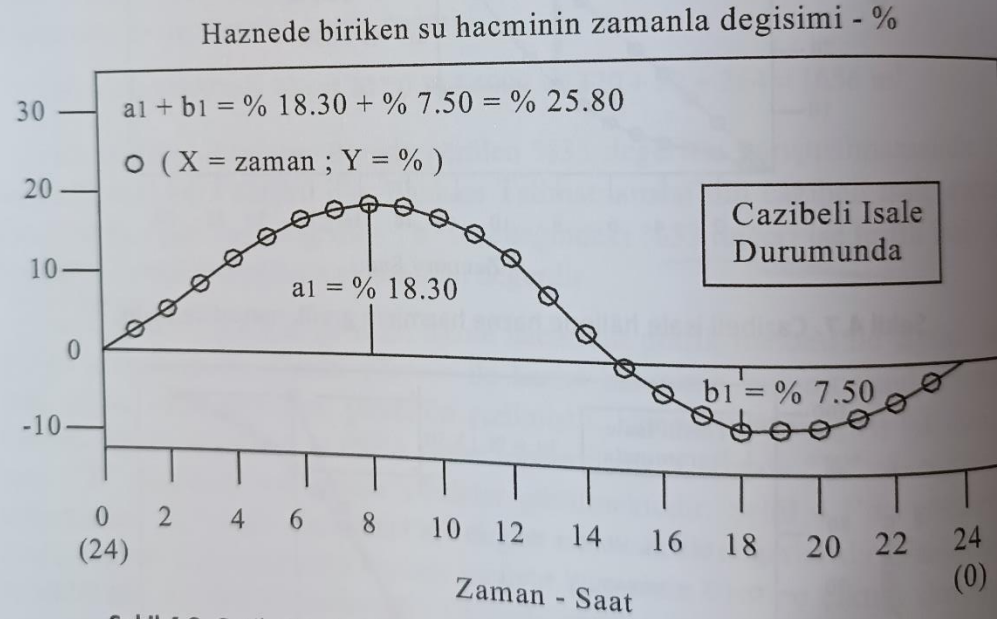


Şekil 4.8. Terfili isale hâlinde hazne hacminin grafik metod ile tayini

d) Terfili isale için gerekli hazne hacminin grafik metod ile tayinini gösteren çizim, Şekil 4.8'de verilmiştir.

Şekil 4.8'den görüldüğü gibi, terfili isale hâli için $(a_1 + b_1) = \%19.50 + \%13.50 = \%33.00$ toplamı gerekli hazne hacminin, günlük ihtiyacın $\%33$ 'ü olduğunu göstermektedir. Bu değer, İller Bankası'nın terfili isale için verdiği minimum değerden büyük olduğundan aynen alınmıştır. Şekil 4.8'den $09^{00} - 19^{00}$ saatleri arasında pompaj yapıldığı görülmektedir.

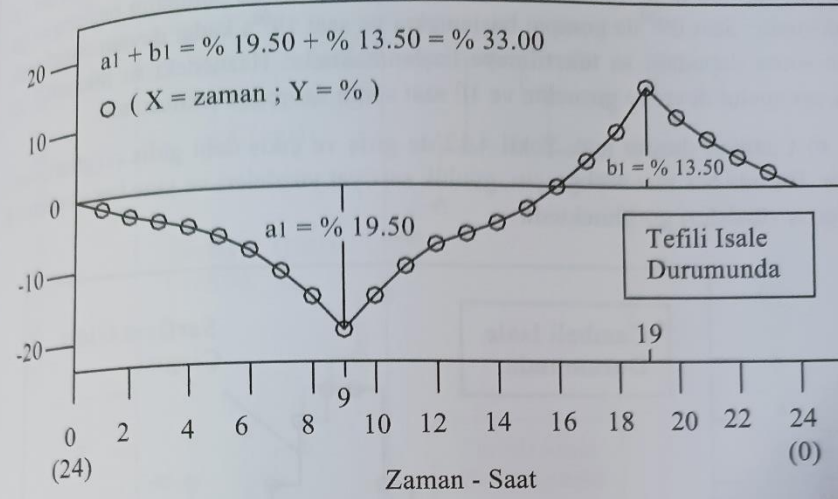
e) Cazibeli isale durumu için haznede biriken suyun zamanla değişimi, Şekil 4.9'da görülmektedir.



Şekil 4.9. Cazibeli isale hâlinde haznede biriken suyun zamanla değişimi

Aynı şekilde, terfili isale hâli için haznede biriken suyun zamanla değişimi ise Şekil 4.10'da verilmiştir.

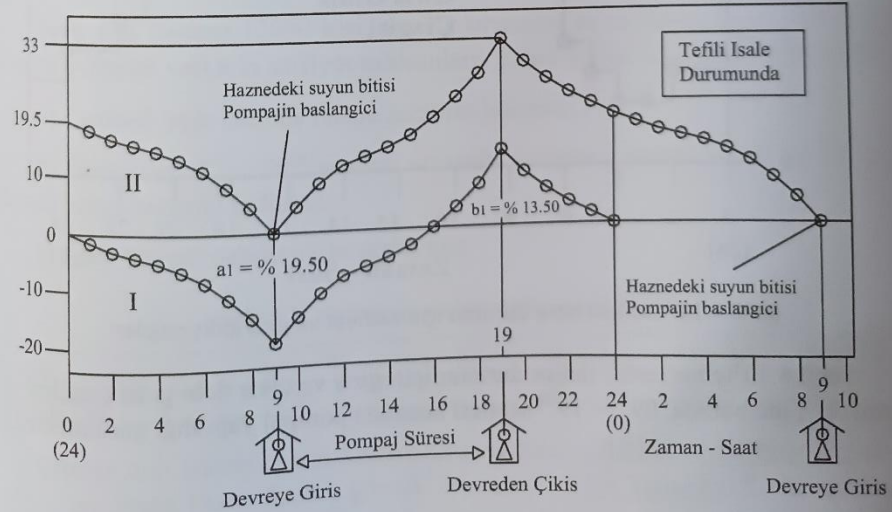
Haznede biriken su hacminin zamanla degisimi - %



Şekil 4.10. Terfili isale hâlinde haznede biriken suyun zamanla değişimi

Terfili isale durumu için, hazne hacminin günlük ihtiyacın %33'ü olarak seçilmesi durumunda pompaj başlangıcı ve pompaj sonu, Şekil 4.11'de görülmektedir.

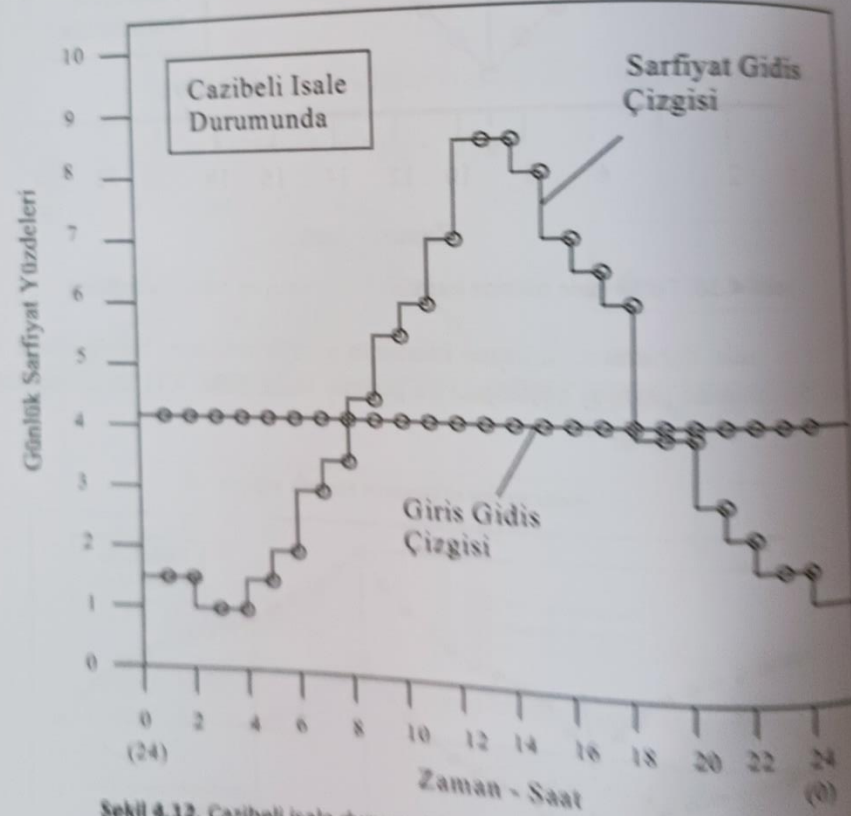
Haznede biriken su hacminin zamanla degisimi - %



Şekil 4.11. Terfili isale hâlinde pompaj başlangıcı ve sonu

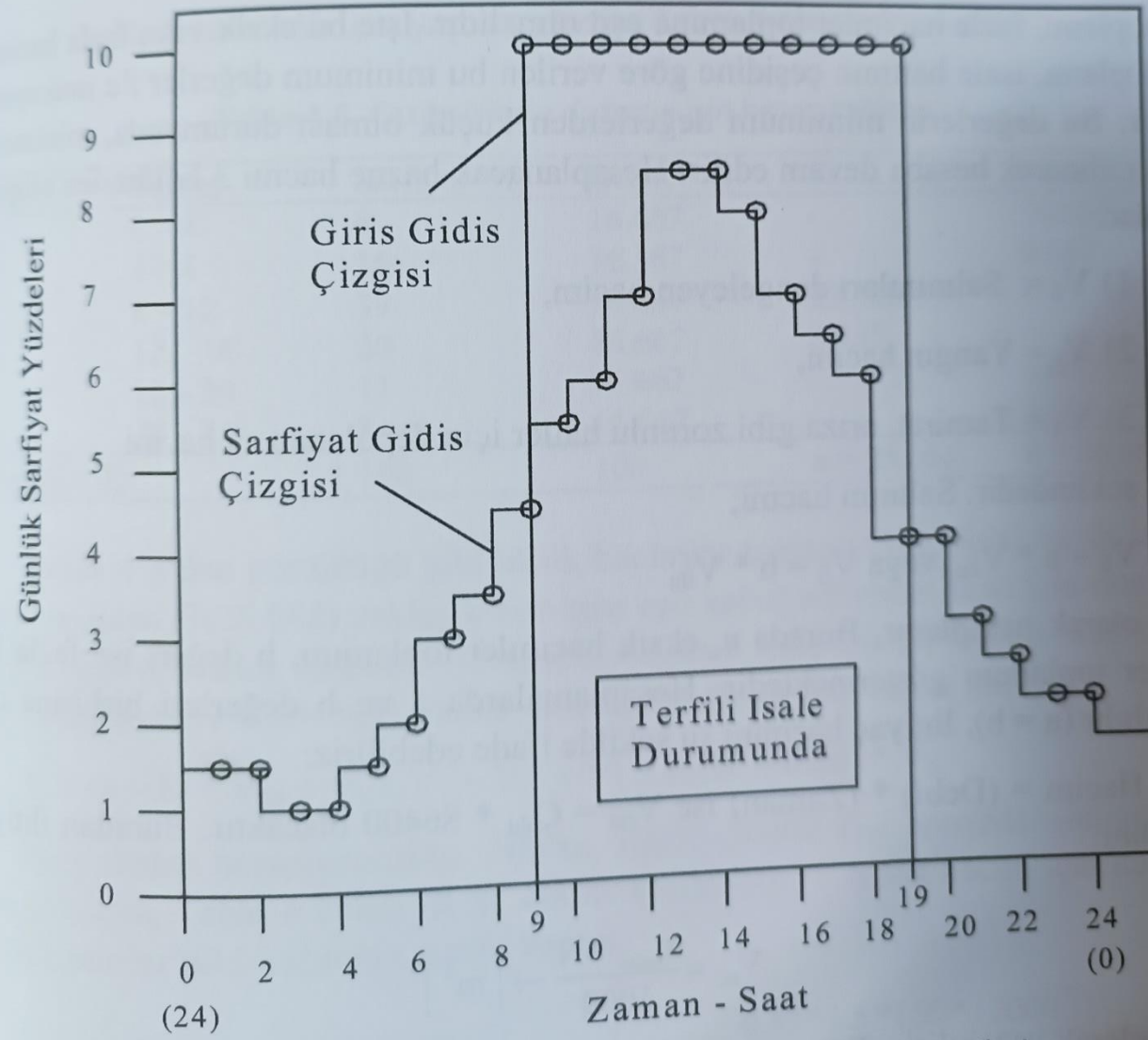
Şekil 4.11'de "I" no'lu kısımda haznede biriken suyun zamanla değişimi ve rılmıştır. "II" no'lu kısımda ise haznedeki suyun bitiş i ile pompajın başlangıcı görülmektedir. Saat 09⁰⁰'da pompaj başlamakta ve saat 19⁰⁰'a kadar devam etmektedir. Daha sonra depodaki su tüketilmeye başlanmaktadır. Haznedeki su tükendiği zaman, pompalar devreye girmekte ve 10 saat sonra devreden çıkmaktadır.

e) Cazibeli durum için, Şekil 4.12'de giriş ve çıkış debi gidiş çizgileri verilmiştir. Burada her saat aralığı için, günlük sarfiyat yüzdeleri ve yine her saat aralığı için giriş yüzdeleri görülmektedir.



Şekil 4.12. Cazibeli isale durumu için sarfiyat ve giriş gidiş çizgileri

Şekil 4.13'te ise terfili iletim durumu için giriş ve çıkış debi gidiş çizgileri verilmiştir. Yine burada, 09⁰⁰ - 19⁰⁰ saatleri arasında pompaj yapıldığı görülmektedir.



Sekil 4.13. Terfili isale durumunda sarfiyat ve giriş gidiş çizgileri