



# CMC 3206 Kanalizasyon Sistemlerinin Tasarımı

7. Ve 8. Dersler

**YAĞMURSUYU DRENAJ**

**Doç. Dr. Ahmet GÜNAY**

Balıkesir Üniversitesi,  
Mühendislik Fakültesi

Çevre Müh. Böl.

Çağış/Balıkesir

[agunay@balikesir.edu.tr](mailto:agunay@balikesir.edu.tr)

[ahmetgunay2@gmail.com](mailto:ahmetgunay2@gmail.com)

+90 505 529 43 17



# YAĞMURSUYU



## Yağmurun özellikleri;

- Süre
- Şiddet (verim),
- Tekerrür

**Süre:** Bir yağmurun başlaması ile bitmesi arasında geçen süreye yağmurun süresi, **t (dk)**, denir ve dk cinsinden ifade edilir. Yağmur miktarı zamanla değişir, yani yağmurun verimi zamanla homojen değildir. Süre olarak belirli bir aralık alınabilir.

**Şiddet ve Verim:** Bir yağmurun şiddeti birim zamanda zemine düşen yağmur suyunun **i (mm/dk)** kalınlığına denir. Yağmurun birim zamanda birim alana bıraktığı **I** su hacmine ise o yağmurun verimi denir ve **I/sn/ha** cinsinden ifade edilir.

**Yağmur verimi;  $I(I/sn/ha)=166,7 \times i (mm/dk)$**

**Tekerrür:** Aynı süreye ve aynı verime sahip bir yağmurun bir senedeki adedine o yağmurun tekerrürü (frekansı) denir. Mesela, 133 I/sn/ha verimli yağmurdan senede iki defa yağarsa, o yağmurun tekerrür sayısı  $n=2$ 'dir. Veya 5 dakika sürüp, verimi 133 I/sn/ha verimli yağmur 5 senede bir defa yağarsa, o yağmurun tekerrür sayısı  $n=1/5=0,2$ 'dir.

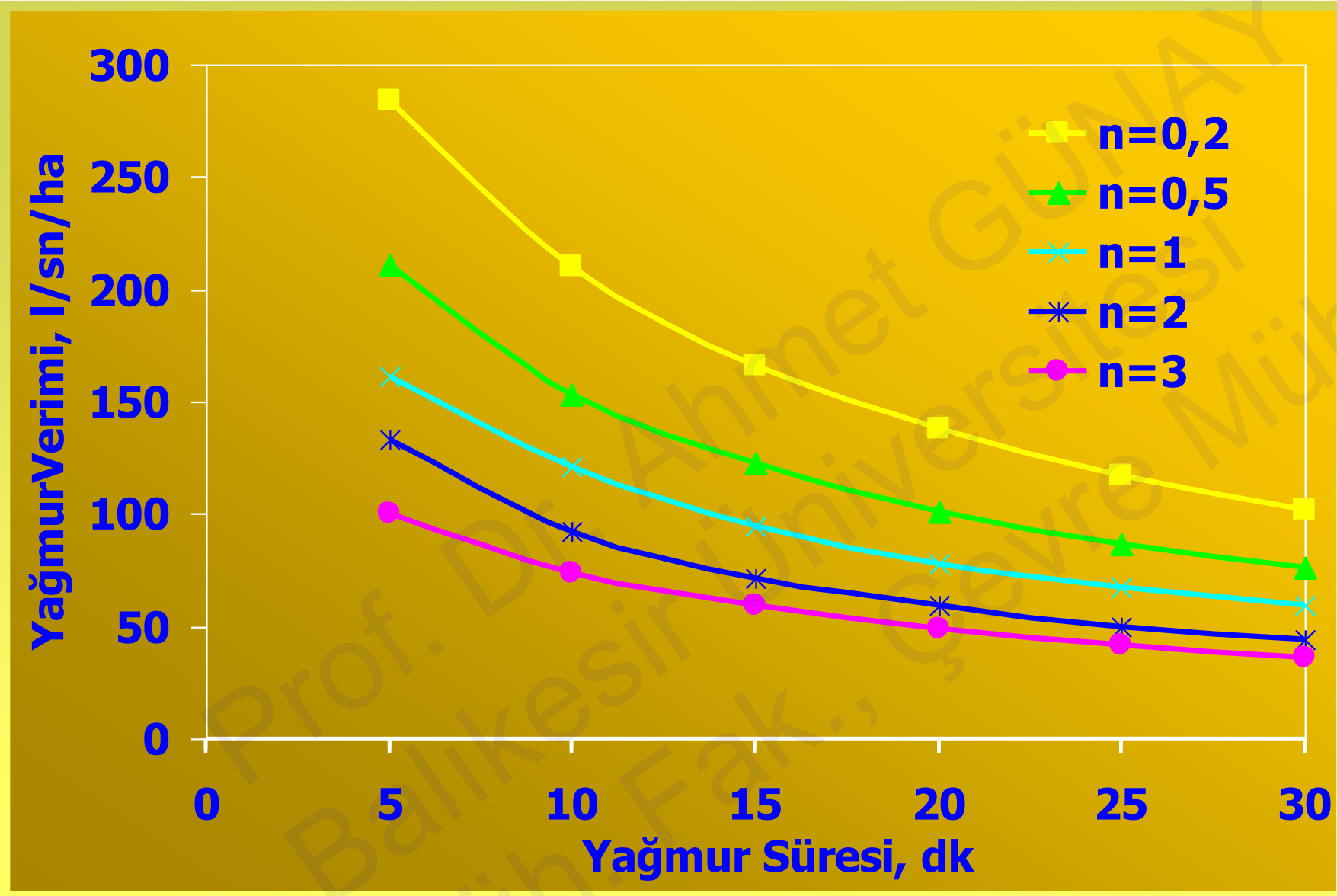
## Süre-Verim-Tekerrür İlişkileri;

Yağmurun süresi arttıkça şiddeti, dolayısıyla verimi azalır. Aynı şekilde yağmurun tekerrürü arttıkça verimi de azalır.

Tablo: Yağmurların sürelerine ve tekerrürlerine göre verimleri

Süre, dk	5	10	15	20	25
Tekerrür	<b>I yağmur verimi (l/sn/ha)</b>				
0,2	284	210	166	138	117
0,5	211	153	123	101	87
1	161	121	94,5	78	67
2	133	92	71	59	50
3	100	74	59	49	42

Kaynak: Yücel M., Aksoğan S., Su Getirme Kanalizasyon ve Suların Arıtılması, Pimaş Yayınları, 1987, İstanbul. (sh 671)



Şekil Süre-verim-tekerrür eğrileri

Mesela, tekerrürü 0,5 olup (2 senede bir defa gelen), 25 dk süren bir yağmurun verimi 50 l/sn/ha iken, aynı süreli olduğu halde senede 3 defa yağın yağmurun verimi 42 l/sn/ha'dır. Halbuki, senede 3 defa geldiği halde süresi az (mesela 10 dakika) olan yağmurun verimi daha çoktur (74 l/sn/ha)

1 ha=10 000 m<sup>2</sup> olduğundan 1 mm/dk şiddetindeki yağmurun verimi,  
1 mm/dk şiddeti ile 1 dakika yağmur yağarsa;

su hacmi= 10 000 m<sup>2</sup>×1 (mm/dk)/1000 (mm/m)=10 m<sup>3</sup> ≡ 10 000 lt

1 saniyedeki su hacmi ise; 10 000 lt/60 =166,7 l/sn/ha olur. O halde 1 mm/dk şiddetindeki yağmurun verimi 166,7 l/sn/ha olur.

### **Yağışın debisi**

Yağıştan kaynaklanan akış debisi toplanma alanı A, yağmur verimi I, ve alanın akış katsayısı C, değerine bağlıdır. Debi;

Q=A I C (l/sn) olur.

## Giriş Süresi

Yağmur suyunun zeminde akarak cadde giriş ağızlığına kadar varması için geçen zamana giriş zamanı denir. Başka bir ifade ile; toplama bölgesinde kanal girişine en uzak noktaya düşen yağış sularının hesap edilecek kesite gelmesi için geçen süredir.

Bu zaman, arazinin tabii örtüsüne, düz ve engebeli oluşuna, ve önemli ölçüde eğime bağlıdır.

Tablo İller Bankasına göre giriş zamanı

Zemin eğimi	Giriş süresi
$J > 1/20$	5 dk
$1/21 > J > 1/50$	10 dk
$1/50 > J$	15 dk

Yağmur suları izgaraya gelinceye kadar arazilerden, apartmanlar arasındaki çayırıktan ve cadde arklarından geçer. Giriş süresi bu kısımlardaki akış sürelerinin toplamıdır.



Tablo: Akış katsayıları ve giriş süreleri

İleriki durum	C	Bordür arki eğimi > %3 için $t_g$ , dk	Bordür arki eğimi < %3 için $t_g$ , dk
Sokaklar ve ticari alanlar	0,85-0,90	5	7
Apartman ve iş binaları	0,70-0,75	5	7
İmarlı konut alanları	0,50-0,64	7	10
Sayfiye yerleri	0,30-0,50	10	12

Kaynak: Yücel M., Aksoğan S., Su Getirme Kanalizasyon ve Suların Arıtılması, Pimaş Yayınları, 1987, İstanbul. (sh 679)

Yağmur başladığı sırada kuru olan geçirimli zemin giderek yağışı emer ve nihayet doyar. Akışa geçen miktar sürekli artar ve zemin suya tam olarak doyduktan sonra sabit kalır.





**Akış Süresi:** Yağmur suyunun kanalizasyon boru hattı içerisinde istenilen noktaya varması için geçen zamana  $t_a$  akış zamanı denir. Bu süre kanalizasyon hattının eğimine ve debiye bağlı olarak hesaplanabilir.

**Toplama süresi (geçiş süresi):** Giriş süresi ile akış süresinin toplamına **T toplama süresi** denir.  
 **$Tt=t_g+t_a$**

**Akış katsayısı (C):** Yağmurun bir kısmı yeraltına sızmak, buharlaşmak, çukurlarda tutulmak ve yüzeylere sıvanmak suretiyle kaybolur; ancak geri kalanı akıp kanallara girer.

Kanala giren yağış suyu miktarının yağan yağmur miktarına oranı akış katsayısıdır. Buna göre akış katsayısı daima birden küçüktür.

Yağmurun yağma süresi uzadıkça onun akışa dönüşen yüzde oranı da artar.

Projesi yapılacak bölgenin gelecekte alacağı şekle göre akış katsayısının dikkatlice seçilmesi gerekir.



## ÖRNEK

Bir bölgede;

Bölge	Miktar, %	Akış katsayısı, C
Çatı	20	0,90
Cadde kaplaması	25	0,85
Bahçe ve boş arsalar	50	0,10
Ağaçlık alanlar	5	0,05

- a) Buna göre bölgenin ortalama akış katsayısını bulunuz.
- b) Toplam alan 1,6 ha ve yağmur verimi  $I=140$  l/sn/ha olduğuna göre bölgeden gelecek akış debisini bulunuz.

### Çözüm

$$a) I_1 A_1 C_1 + I_2 A_2 C_2 + \dots = I A C$$

$$C = 0,2 \times 0,9 + 0,25 \times 0,85 + 0,5 \times 0,1 + 0,05 \times 0,05 = 0,45$$

$$b) Q = I A C = 0,45 \times 1,6 \times 140 = 100 \text{ l/sn}$$



**Hesap yağmuru:** Yağmur suyu kanal sistemleri en şiddetli yağmura göre projelendirilirse çaplar çok büyük ve tesis çok pahalı çıkar. Bu durum göz önüne alınarak, mesela 5-10 yılda bir sokaklarda rahatsız edici derecede su toplanması olacağı önceden kabul edilerek tesis makul bir yağışa göre hesap edilir.

Hesaplara esas alınacak yağmura hesap yağmuru denir. Mesela tekerrürü (frekansı)  $n=1$  ve süresi  $T=15$  dk olan yağmur hesap yağmuru olarak seçilebilir.

<b>Zemin eğimi</b>	<b>Hesap yağmuru süresi ve Giriş süresi</b>
Çok eğimli <b><math>J &gt; 1/20</math></b>	5 dk
Orta eğimli <b><math>1/21 &gt; J &gt; 1/50</math></b>	10 dk
Eğimli <b><math>1/50 &gt; J</math></b>	15 dk



## Hesap yağmuru tekerrürü, n;

- Küçük kasaba ve kırsal yerlerde  $n=2$
- Kasabalarda  $n=1-0,5$
- Şehirlerde  $n=0,5-0,2$
- Büyük şehir merkezlerinde  $n=0,2-0,05$

Şeklinde seçilebilir.

Gelecekteki nüfus	Merkezi yerler	İskan yerleri
<b><math>N &gt; 100\ 000</math></b>	10-50 yıl	5-10 yıl
<b><math>N &lt; 100\ 000</math></b>	5-25 yıl	2-5 yıl

**T toplanma süresi hesap yağmuru süresinden kısa ise mecranın çapı hesap yağmuru süresine göre belirlenir.**



**Gecikme:** Yağmur süresi toplanma süresinden kısa olduğu zaman, havzanın uzaktaki noktalarının suları, hesaplanacak kesite gelmeden yağmur durur.

Bu durumda kesitten geçecek en büyük debi, hesap yağmuruna göre belirlenir. En uzak noktaya düşen ilk damlanın, yağmur dinmeden çıkış noktasına varamamasından dolayı gecikme ortaya çıkar.

Gecikme kontrolü yapıldıktan sonra hesap ve rasat yağmuru için zaman katsayıları hesaplanabilir. Bu katsayıların hesabında Reinhold tarafından önerilen ampirik formüller kullanılabilir.

**Gecikme kontrolü:** Yağmur suyu toplama alanında en uzak noktaya düşen yağmursuyu tanesinin bu alanı terk etme süresi hesap yağmurunun süresi ile karşılaştırılır.

$T_t > T_h \rightarrow$  Verime esas yağmurun süresi =  $T_t$

$T_t < T_h \rightarrow$  Verime esas yağmurun süresi =  $T_h$

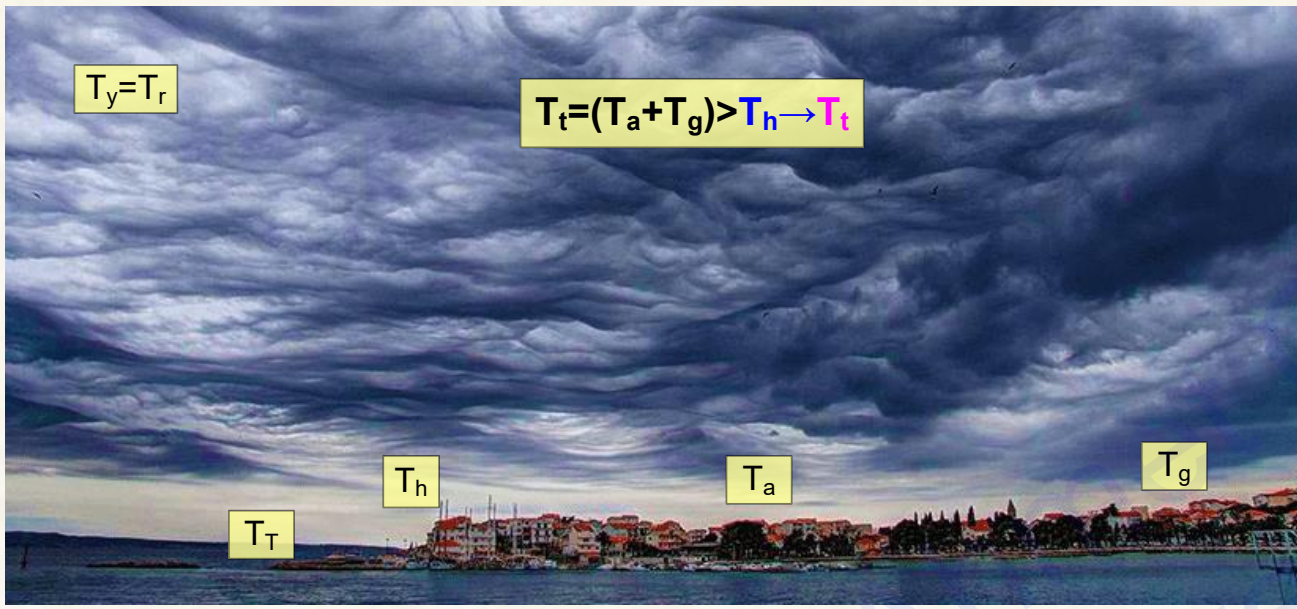
*Gecikme kontrolü;*

*Hesap yağmuru için,* 
$$\varphi_h = \frac{24}{(T_h + 9)n_h^{0,35}}$$

*Rasat(gözlem) yağmuru için,* 
$$\varphi_r = \frac{24}{(T_r + 9)n_r^{0,35}}$$

*ve gecikme katsayısı,* 
$$\psi = \frac{\varphi_h}{\varphi_r}$$





**Düzlüklerde;**

$$T_t = (T_a + T_g) > T_h \rightarrow T_t$$



**Eğimli yerlerde;**

$$T_t = (T_a + T_g) < T_h \rightarrow T_h$$

Gecikme katsayısının hesaplanmasından sonra bu katsayı rasat debisi ile çarpılarak kanala ait hesap debisi bulunur. Hesap debisi;

$$Q_h = \psi \times Q_{\text{rasat}} = \psi \times (C I_r A)$$

Şeklindedir.

## Yağmursuyu Hesap Planı

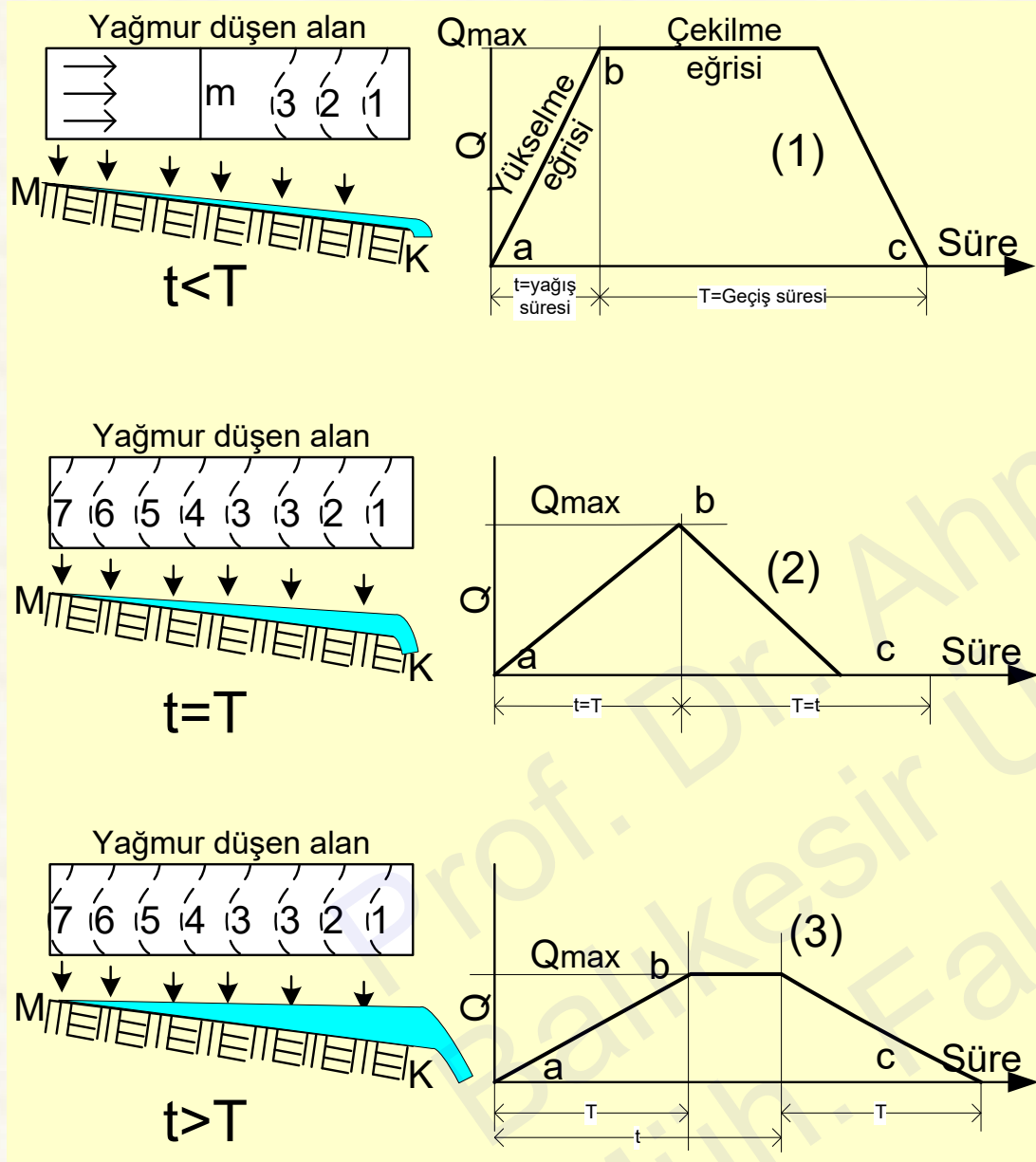
Kanalların boyutlandırılabilmesi için öncelikle drenaj alanlarının belirlenmesi gerekir. Bu alanlar zeminin eğimi göz önünde tutularak, hangi kısımlardan hangi cadde giriş ağızlığına yağmur suyu geleceğinin kestirilmesiyle tayin edilir.

Yağmur suyu arazide daima tesviye eğrilerine daima dik bir yol izler.

Drenaj alanı belirlendikten sonra nerelere cadde giriş ağızlığı konacağına karar verilir.

**Yağmur suyu kanalları tam dolu akışa göre projelendirilir.**

**İzokron:** Suları aynı anda çıkış noktasına ulaşan noktaların geometrik yeri olan halkalar.





## ÖRNEK



T, dk	I, l/sn/ha	A, ha	Q, l/sn
5	210	3,6	604,8
10	155	7,2	892,8
15	120	10,8	1036,8
20	105	14,4	1209,6
30	80	14,4	921,6

