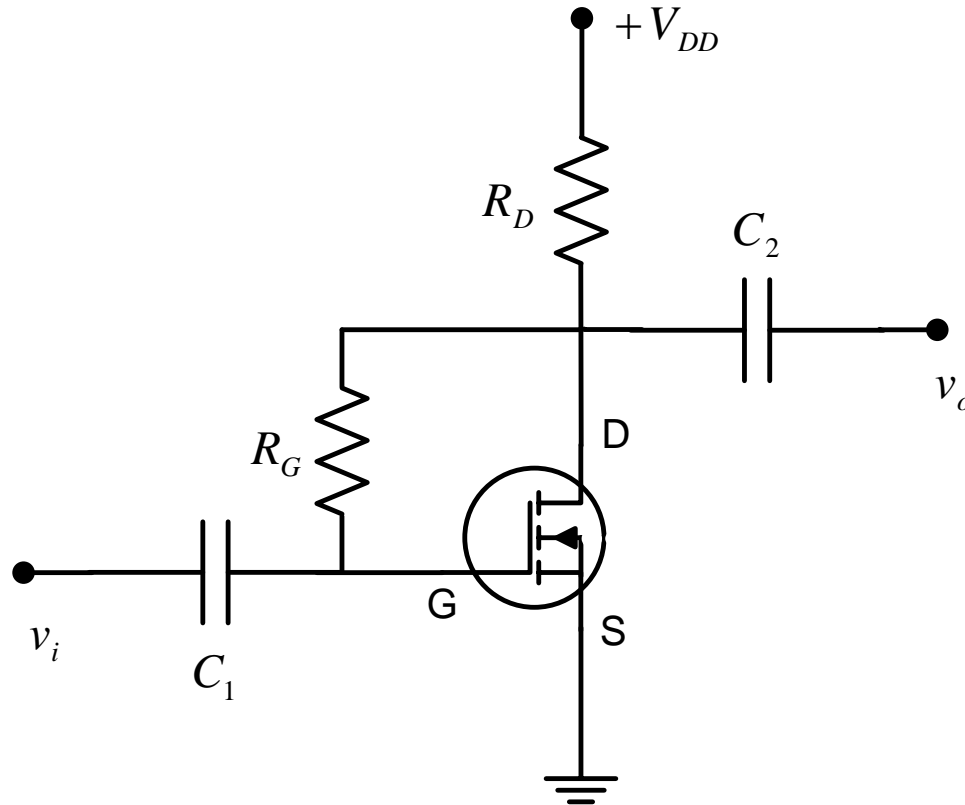


# **HAFTA 13**

## **ALAN ETKİLİ TRANSİSTORLAR (FET)-DEVAM**

**Örnek 6.** Şekil 1'deki devrede  $R_D = 2\text{ k}\Omega$ ,  $R_G = 10\text{ M}\Omega$ ,  
 $C_1 = C_2 = 0.05\text{ }\mu\text{F}$  ve  $V_T = 3\text{ V}$  olmak üzere  $I_D$  ve  $V_{DS}$   
değerlerini bulunuz. ( $V_{DD} = 12\text{ V}$  ve  $K = 0.3\text{ mA/V}^2$ )

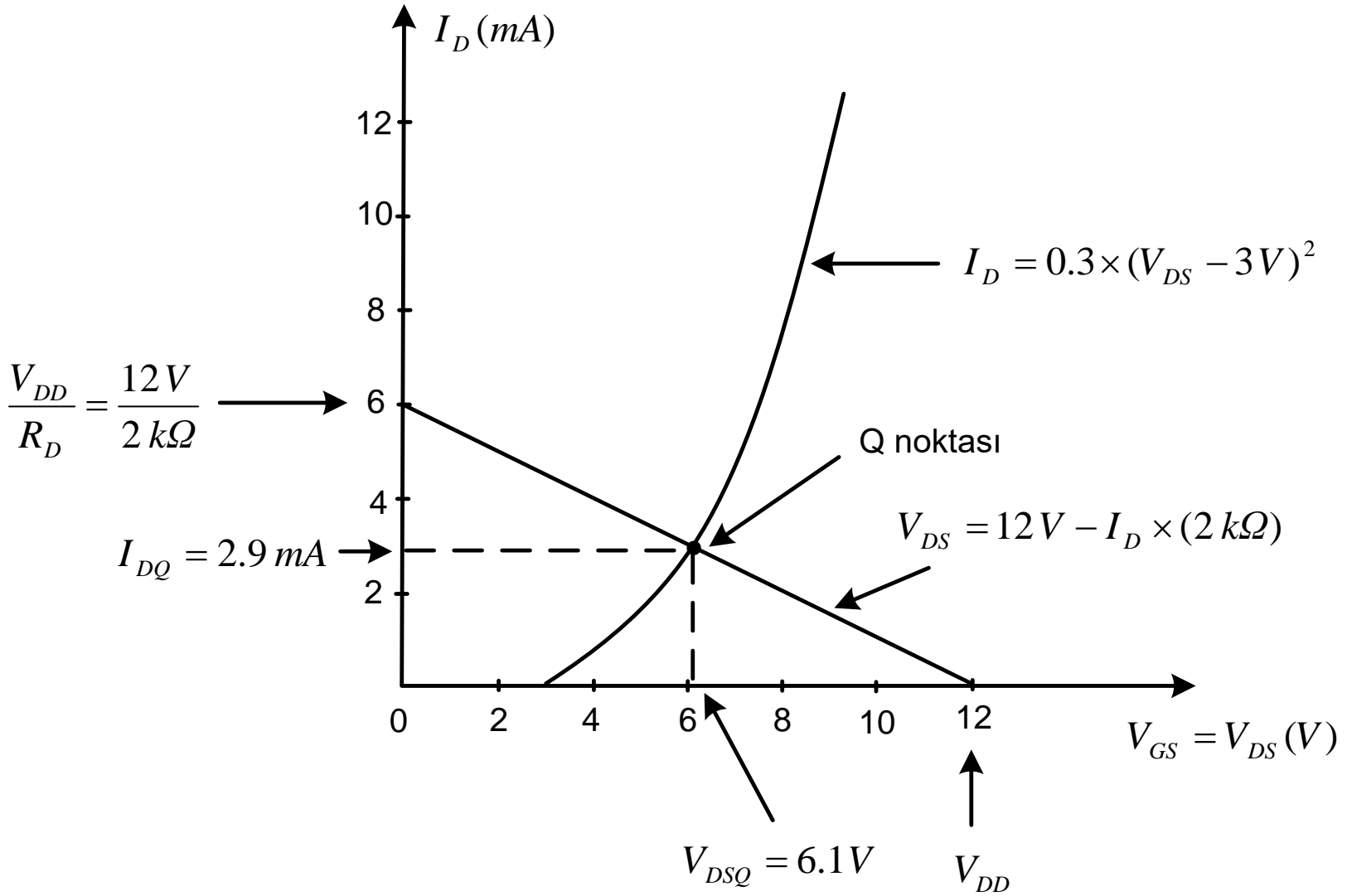


Şekil 1. Kanal oluşturmali MOSFET öngerilim devresi

**Çözüm 6.**  $I_D = 0.3 \times (V_{DS} - 3)^2$  denklemi yardımı ile oluşturulan tablo değerlerine sahip n-kanallı MOFSET in akaç karakteristiği ve  $V_{DS} = 12V - I_D \times (2k\Omega)$  denklemi yardımı ile oluşturulan tablo değerlerine sahip yük doğrusu aynı grafik üzerinde Şekil 2'deki gibi çizilebilir.

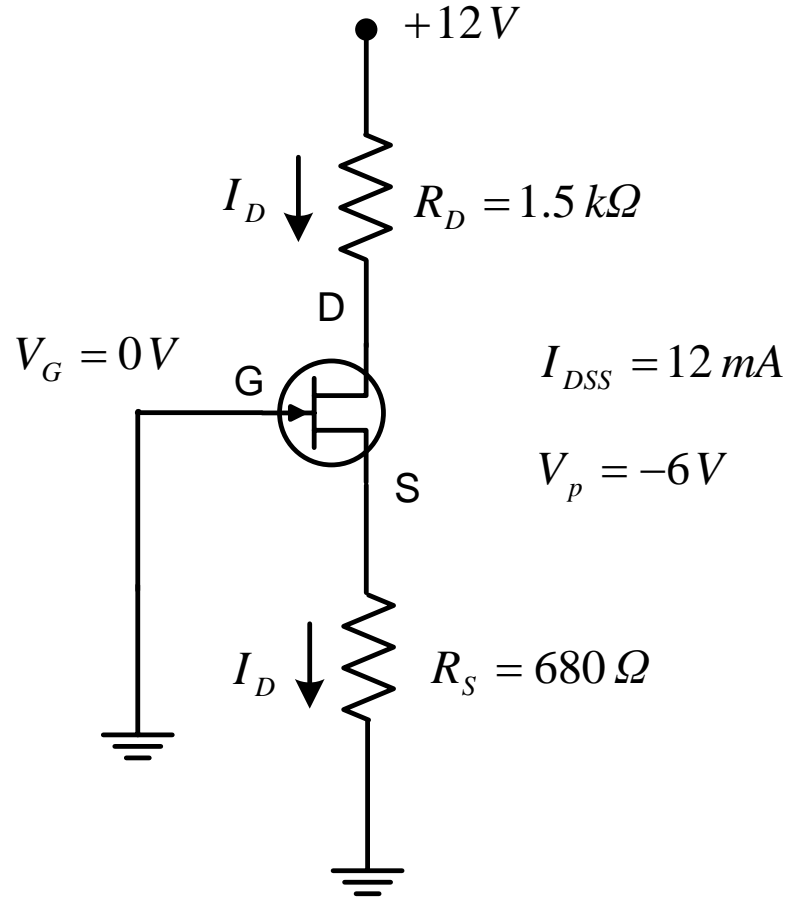
$V_{GS} (V)$	$I_D (mA)$
3	0
5	1.2
7	4.8
9	10.8

$I_D (mA)$	$V_{GS} (V)$
0	12
6	0



Şekil 2. Akaç-kaynak transfer karakteristiği ve yük doğrusu

**Örnek 7.** Şekil 3'deki devrenin  $I_D$  ve  $V_{DS}$  değerlerini hesaplayınız.



Şekil 3. Örnek devre

**Çözüm 7.** Devrenin sağlanması gereken iki denklem takımı aşağıda verilmiştir.

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2 = 12 \text{ mA} \times \left(1 - \frac{V_{GS}}{-6 \text{ V}}\right)^2$$

$$V_{GS} = -(0.680 \text{ k}\Omega) \times I_D$$

$V_{GS} (V)$	$I_D (mA)$
0	12 $[I_{DSS}]$
$[0.3V_p]$ -1.8	6 $[I_{DSS} / 2]$
$[0.5V_p]$ -3.0	3 $[I_{DSS} / 4]$
$[V_p]$ -6.0	0

$I_D (mA)$	$V_{GS} (V)$
0	0
9	-6

Bu iki karakteristiğin kesişme noktasından  $I_{DQ} = 3.84 \text{ mA}$  ve  $V_{GSQ} = -2.61 \text{ V}$  olarak tespit edilir. Buradan hareketle aşağıdaki büyüklükler elde edilir.

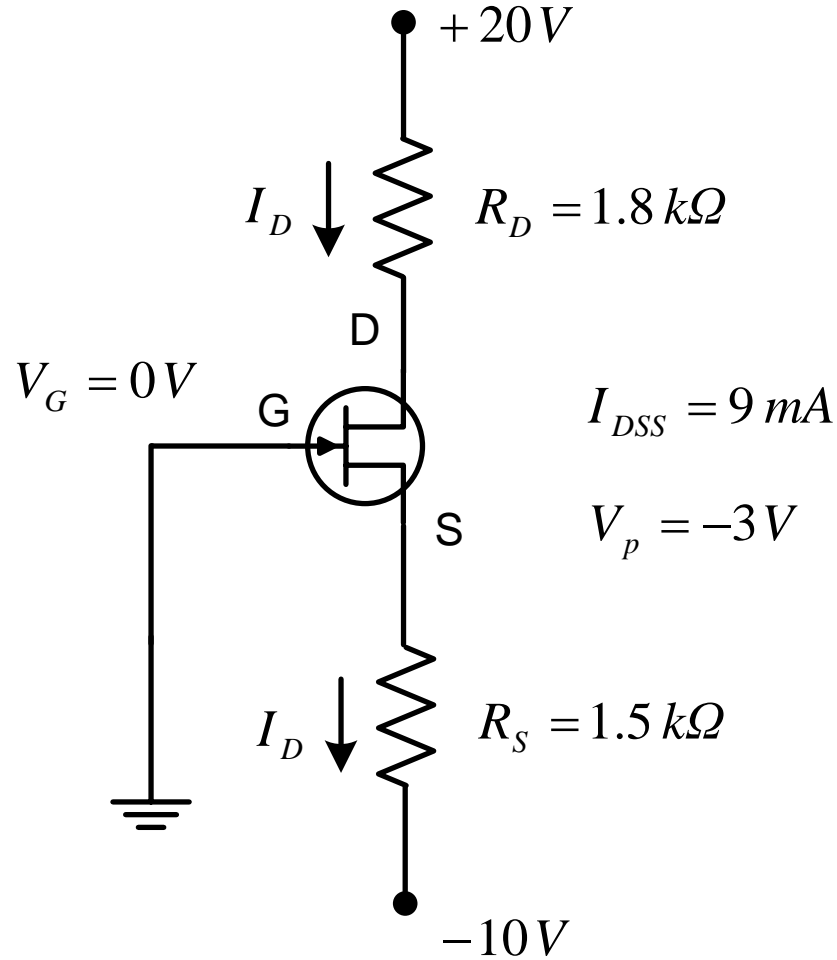
$$V_D = V_{DD} - I_D R_D = 12 \text{ V} - (1.5 \text{ k}\Omega) \times (3.84 \text{ mA}) = 6.24 \text{ V}$$

$$V_S = I_D R_S = (3.84 \text{ mA}) \times (0.680 \text{ k}\Omega) = 2.61 \text{ V}$$

Buradan da  $V_{DS}$  gerilimi aşağıdaki gibi bulunur.

$$V_{DS} = V_D - V_S = 6.24 \text{ V} - 2.61 \text{ V} = 3.63 \text{ V}$$

**Örnek 8.** Şekil 4'deki devrenin  $I_D$  ve  $V_{DS}$  değerlerini hesaplayınız.



Şekil 4. Örnek devre



**Çözüm 8.** Kapı-kaynak devre denkleminde aşağıdaki denklem yazılabilir.

$$V_{GS} + I_D R_S - 10V = 0$$

$$V_{GS} = 10V - I_D \times (1.5 k\Omega)$$

Aynı zamanda eleman denkleminde de aşağıdaki yazılabilir.

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2 = 9 mA \times \left(1 - \frac{V_{GS}}{-3V}\right)^2$$

$V_{GS} (V)$	$I_D (mA)$
0	9 $[I_{DSS}]$
$[0.3V_p]$ -0.9	4.5 $[I_{DSS} / 2]$
$[0.5V_p]$ -1.5	2.5 $[I_{DSS} / 4]$
$[V_p]$ -3.0	0

$I_D (mA)$	$V_{GS} (V)$
0	10
6.67	0

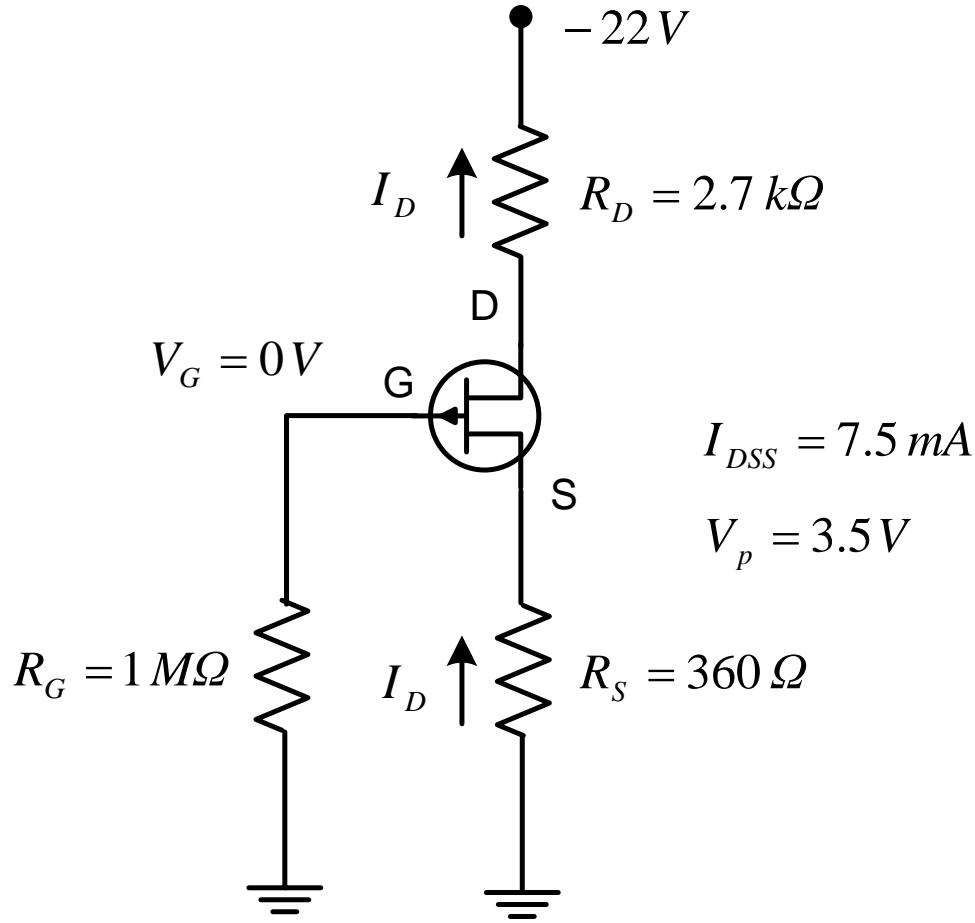
Bu iki karakteristiğin kesişme noktasından  $I_{DQ} = 6.9 \text{ mA}$  ve  $V_{GSQ} = -0.35 \text{ V}$  bulunur. Buradan da aşağıdaki büyüklükler elde edilir.

$$V_D = V_{DD} - I_D R_D = 20 \text{ V} - (6.9 \text{ mA}) \times (1.8 \text{ k}\Omega) = 7.58 \text{ V}$$

$$V_S = -10 \text{ V} + (6.9 \text{ mA}) \times (1.5 \text{ k}\Omega) = 0.35 \text{ V}$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = 7.58 \text{ V} - 0.35 \text{ V} = 7.23 \text{ V}$$

**Örnek 9.** Şekil 5'deki devrenin (p-kanallı JFET)  $I_D$  ve  $V_{DS}$  değerlerini hesaplayınız.



Şekil 5. Örnek devre

**Çözüm 9.** Kapı-kaynak çevre denkleminde aşağıdaki ifade yazılır.

$$V_{GS} - I_D R_S = 0$$

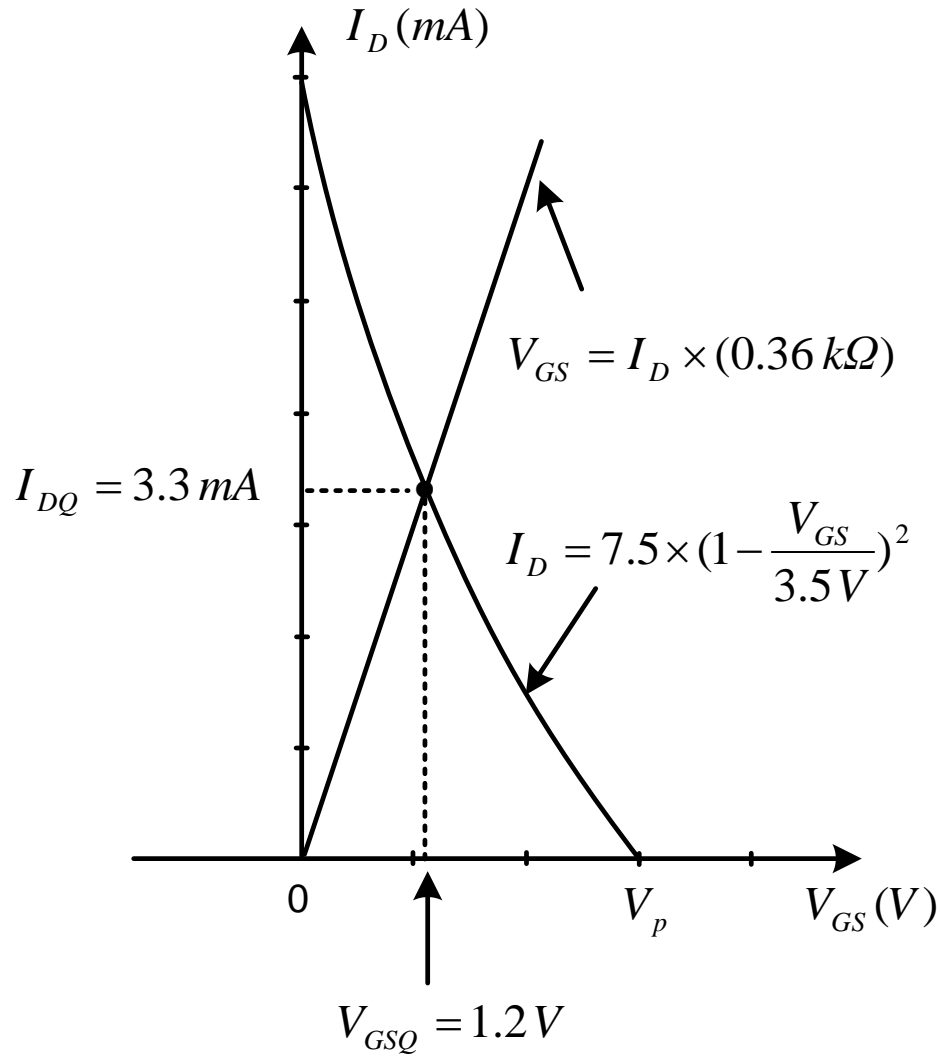
$$V_{GS} = I_D \times (0.36 \text{ k}\Omega)$$

Eleman denkleminde de aşağıdaki ifade yazılır.

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2 = 7.5 \text{ mA} \times \left(1 - \frac{V_{GS}}{3.5 \text{ V}}\right)^2$$

$V_{GS} (V)$	$I_D (mA)$
0	$7.5 [I_{DSS}]$
$[0.3V_p]$ 1.05	$3.75 [I_{DSS} / 2]$
$[0.5V_p]$ 1.75	$1.875 [I_{DSS} / 4]$
$[V_p]$ 3.5	0

$I_D (mA)$	$V_{GS} (V)$
0	0
9.72	3.5



Şekil 6. Akaç-kaynak transfer karakteristiği ve yük doğrusu

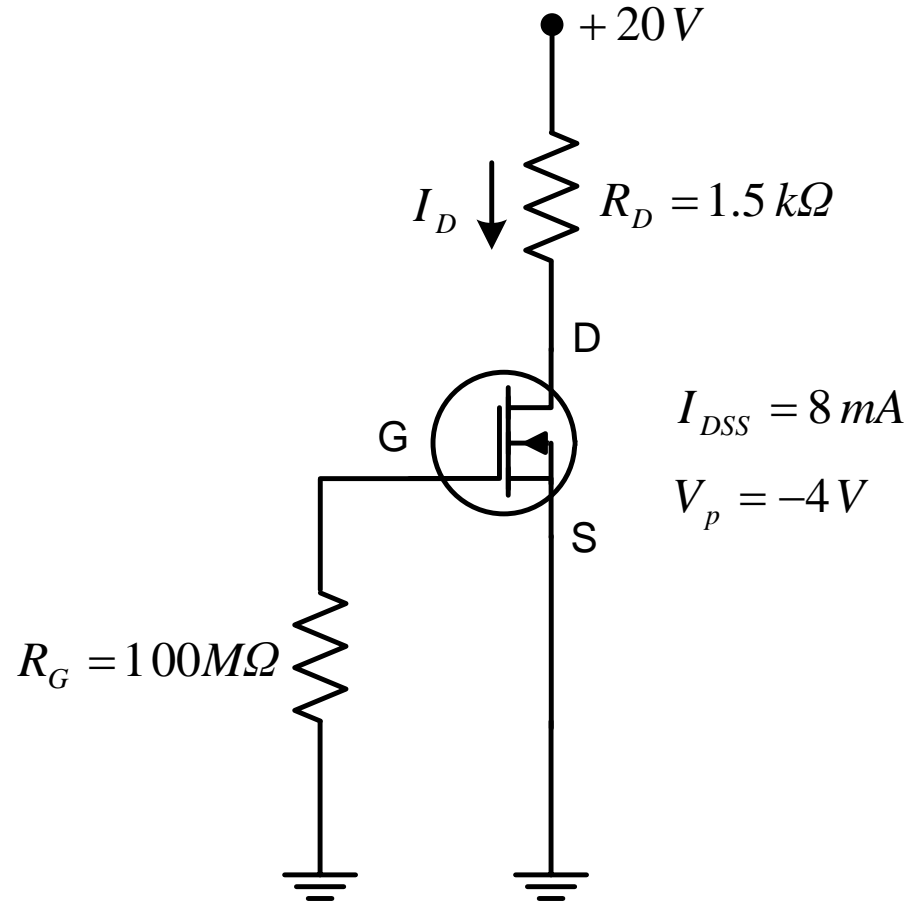
Bu iki karakteristiğin kesişme noktasından, çalışma noktaları olarak  $I_{DQ} = 3.3 \text{ mA}$  ve  $V_{GSQ} = 1.2 \text{ V}$  değerleri bulunur. Bu değerlerden faydalanarak aşağıdakileri bulabiliriz.

$$V_D = V_{DD} + I_D R_D = -22 \text{ V} + (3.3 \text{ mA}) \times (2.7 \text{ k}\Omega) = -13.09 \text{ V}$$

$$V_S = -I_D R_S = -(3.3 \text{ mA}) \times (0.360 \text{ k}\Omega) = -1.19 \text{ V}$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = -13.09 \text{ V} - (-1.19 \text{ V}) = -11.9 \text{ V}$$

**Örnek 10.** Şekil 7'daki n-kanallı kanal ayarlamalı bir MOFSET devresi için  $I_D$  ve  $V_{DS}$  değerlerini hesaplayınız.



Şekil 7. Örnek devre

## Çözüm 10.

$$V_{GS} = V_G - V_S = 0 - 0 = 0$$

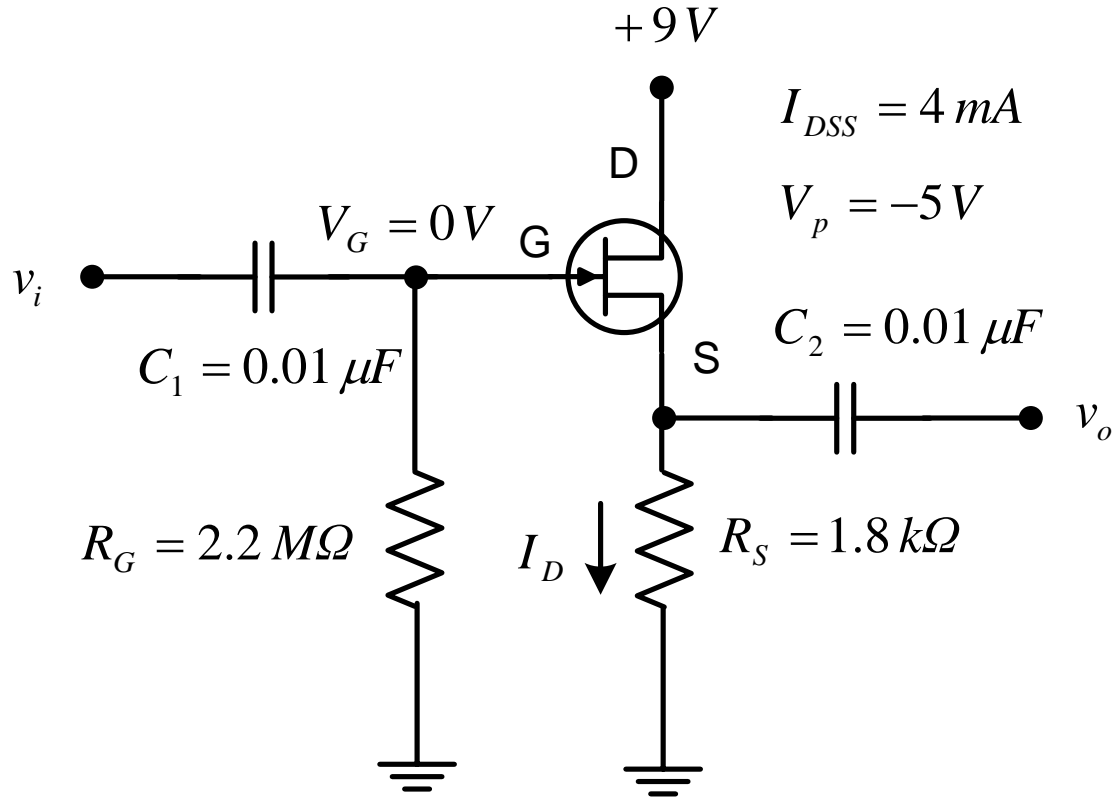
$$I_D = I_{DSS} = 8 \text{ mA}$$

Akaç gerilimi ise aşağıdaki gibi bulunur.

$$V_D = V_{DD} - I_D R_D = 20 \text{ V} - (8 \text{ mA}) \times (1.5 \text{ k}\Omega) = 8 \text{ V}$$



**Örnek 11.** Şekil 8'deki n-kanallı bir JFET devresi için  $I_D$  ve  $V_S$  değerlerini hesaplayınız.



Şekil 8. Örnek devre

## Çözüm 11.

$$V_{GS} = 0 - I_D R_S = -I_D \times (1.8 \text{ k}\Omega)$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2 = 4 \text{ mA} \times \left(1 - \frac{V_{GS}}{-5 \text{ V}}\right)^2$$

$V_{GS} (V)$	$I_D (mA)$
0	4 $[I_{DSS}]$
$[0.3V_p] -1.5$	2 $[I_{DSS} / 2]$
$[0.5V_p] -2.5$	1 $[I_{DSS} / 4]$
$[V_p] -5$	0

$I_D (mA)$	$V_{GS} (V)$
0	0
2.8	-5

Bu iki karakteristiğin kesişme noktasından, çalışma noktaları olarak  $I_{DQ} = 1.23 \text{ mA}$  ve  $V_{GSQ} = -2.2 \text{ V}$  değerleri bulunur. Bu değerlerden faydalanarak aşağıdakini bulabiliriz.

$$V_S = I_D R_S = (1.23 \text{ mA}) \times (1.8 \text{ k}\Omega) = 2.21 \text{ V}$$