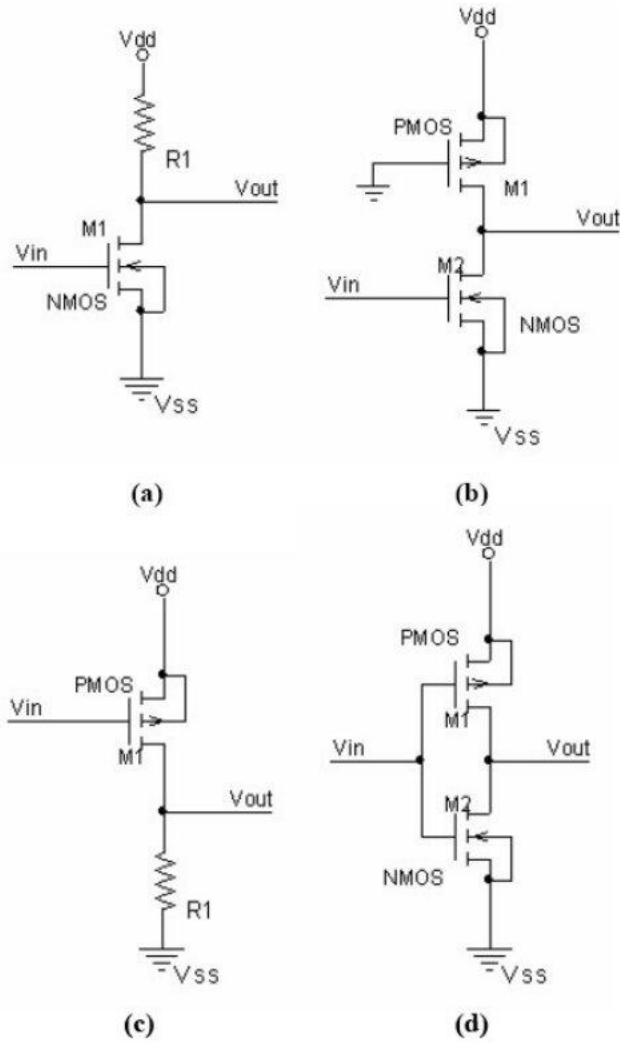


Soru 1:



Verilen devreler için ayrı ayrı kodlar yazılarak istenen V_{TC} grafikleri elde edilmiştir.

Kod:

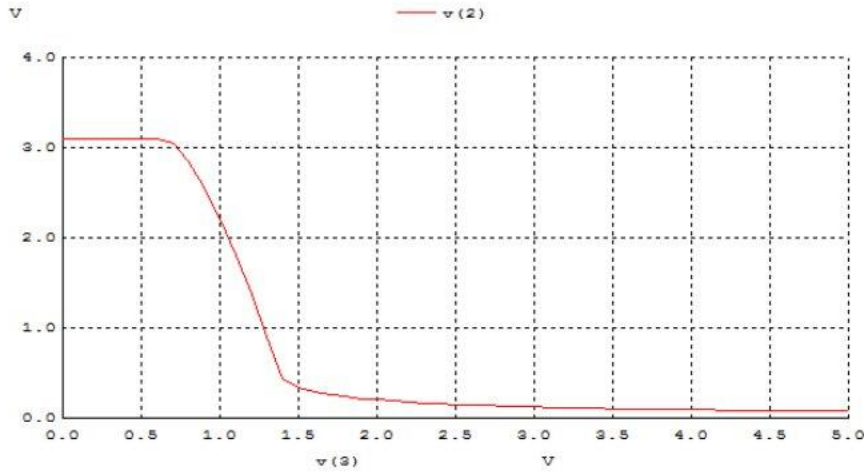
```
*A )
.MODEL MOSN NMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=5.36726E+15 VTO=0.743469 KP=8.00059E-05 GAMMA=0.543
+ PHI=0.6 U0=655.881 UEXP=0.157282 UCRIT=31443.8
+ DELTA=2.39824 VMAX=55260.9 XJ=0.25U LAMBDA=0.0367072
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=1.0 RSH=70.00
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0003 MJ=0.6585
+ CJSW=8.0E-10 MJSW=0.2402 PB=0.58

VIN 3 0 PULSE(0 5 0NS 2NS 2NS 500NS 1US)
VDC 1 0 DC 3.1

R1 1 2 100K
C1 2 0 1ff

M1 2 3 0 0 MOSN W=1.8U L=1.2U NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5P PD=9.0U AS=6.5P PS=9.0U

.CONTROL
DC VIN 0 5 0.1
PLOT V(2) VS V(3)
.ENDC
```



A devresi için grafik

*B)

```
.MODEL MOSN NMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=5.36726E+15 VTO=0.743469 KP=8.00059E-05 GAMMA=0.543
+ PHI=0.6 U0=655.881 UEXP=0.157282 UCRIT=31443.8
+ DELTA=2.39824 VMAX=55260.9 XJ=0.25U LAMBDA=0.0367072
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=1.0 RSH=70.00
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0003 MJ=0.6585
+ CJSW=8.0E-10 MJSW=0.2402 PB=0.58
```

```
.MODEL MOSP PMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=4.3318E+15 VTO=-0.738861 KP=2.70E-05 GAMMA=0.58
+ PHI=0.6 U0=261.977 UEXP=0.323932 UCRIT=65719.8
+ DELTA=1.79192 VMAX=25694 XJ=0.25U LAMBDA=0.0612279
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=-1.0 RSH=120.6
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0005 MJ=0.5052
+ CJSW=1.349E-10 MJSW=0.2417 PB=0.64
```

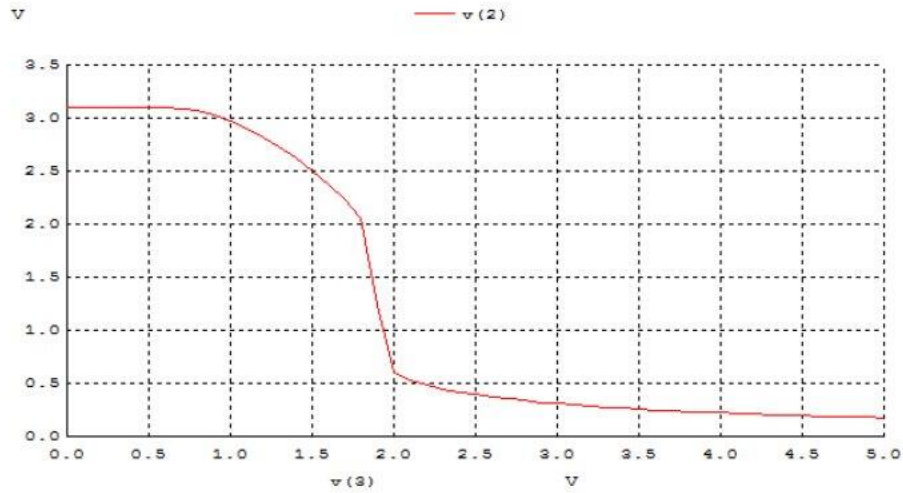
```
VIN 3 0 PULSE(0 5 0NS 2NS 2NS 500NS 1US)
VDC 1 0 DC 3.1
C1 2 0 1ff
```

```
M1 2 0 1 1 MOSP W=1.8U L=1.2U NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5P PD=9.0U AS=6.5P PS=9.0U
```

```
M2 2 3 0 0 MOSN W=1.8U L=1.2U NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5P PD=9.0U AS=6.5P PS=9.0U
```

```
.CONTROL
DC VIN 0 5 0.1
PLOT V(2) vs V(3)
```

```
.ENDC
```



B devresi için grafik

* C)

```
.MODEL MOSP PMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=4.3318E+15 VTO=-0.738861 KP=2.70E-05 GAMMA=0.58
+ PHI=0.6 U0=261.977 UEXP=0.323932 UCRIT=65719.8
+ DELTA=1.79192 VMAX=25694 XJ=0.25U LAMBDA=0.0612279
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=-1.0 RSH=120.6
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0005 MJ=0.5052
+ CJSW=1.349E-10 MJSW=0.2417 PB=0.64
```

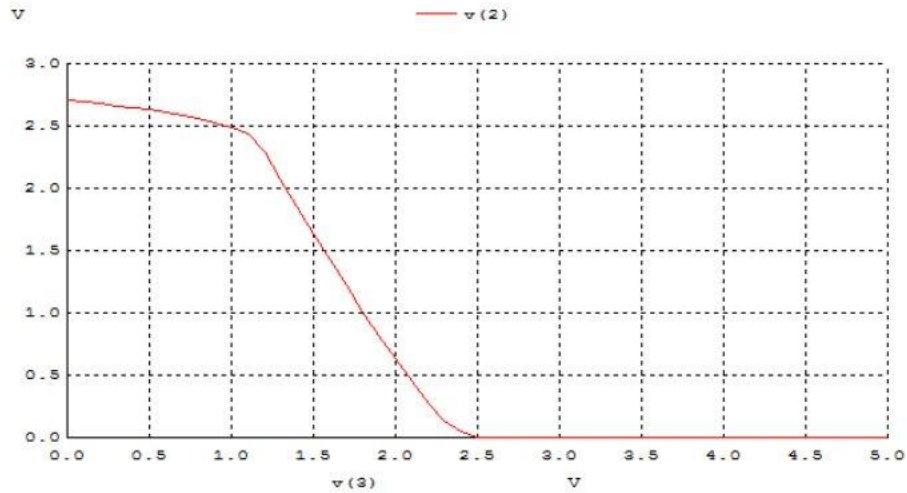
```
VIN 3 0 PULSE(0 5 0NS 2NS 2NS 500NS 1US)
VDC 1 0 DC 3.1
```

```
R1 2 0 100K
C1 2 0 1ff
```

```
M1 2 3 1 1 MOSP W=1.8U L=1.2U NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5P PD=9.0U AS=6.5P PS=9.0U
```

```
.CONTROL
DC VIN 0 5 0.1
PLOT V(2) vs V(3)
```

```
.ENDC
```



*D)

```
.MODEL MOSN NMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=5.36726E+15 VTO=0.743469 KP=8.00059E-05 GAMMA=0.543
+ PHI=0.6 U0=655.881 UEXP=0.157282 UCRIT=31443.8
+ DELTA=2.39824 VMAX=55260.9 XJ=0.25U LAMBDA=0.0367072
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=1.0 RSH=70.00
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0003 MJ=0.6585
+ CJSW=8.0E-10 MJSW=0.2402 PB=0.58
```

```
.MODEL MOSP PMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=4.3318E+15 VTO=-0.738861 KP=2.70E-05 GAMMA=0.58
+ PHI=0.6 U0=261.977 UEXP=0.323932 UCRIT=65719.8
+ DELTA=1.79192 VMAX=25694 XJ=0.25U LAMBDA=0.0612279
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=-1.0 RSH=120.6
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0005 MJ=0.5052
+ CJSW=1.349E-10 MJSW=0.2417 PB=0.64
```

```
VIN 3 0 PULSE(0 5 0NS 2NS 2NS 500NS 1US)
VDC 1 0 DC 3.1
```

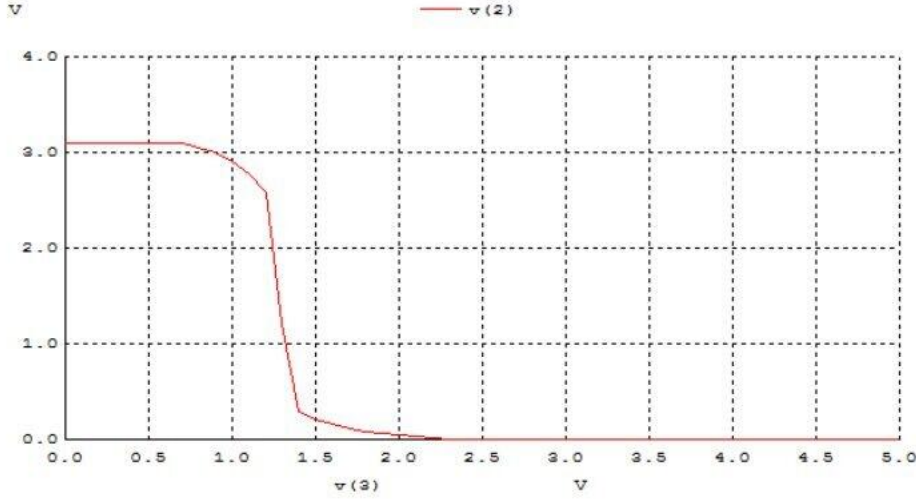
```
C1 2 0 1ff
```

```
M1 2 3 1 1 MOSP W=1.8U L=1.2U NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5P PD=9.0U AS=6.5P PS=9.0U
```

```
M2 2 3 0 0 MOSN W=1.8U L=1.2U NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5P PD=9.0U AS=6.5P PS=9.0U
```

```
.CONTROL
DC VIN 0 5 0.1
PLOT V(2) vs V(3)
```

```
.ENDC
```



D devresi için grafik

	V_{OH}	V_{OL}	V_{IH}	V_{IL}	V_M	NM_H	NM_L
(a)	3.10 V	118.1mV	1.40V	700mV	1.23V	1.70V	581.9mV
(b)	3.10V	296mV	2.0V	1.80V	1.83V	1.10V	1.504V
(c)	2.70V	0V	2.30V	1.20V	1.540V	400mV	1.20V
(d)	3.10V	0V	1.40V	1.20V	1.29V	1.70V	1.20V

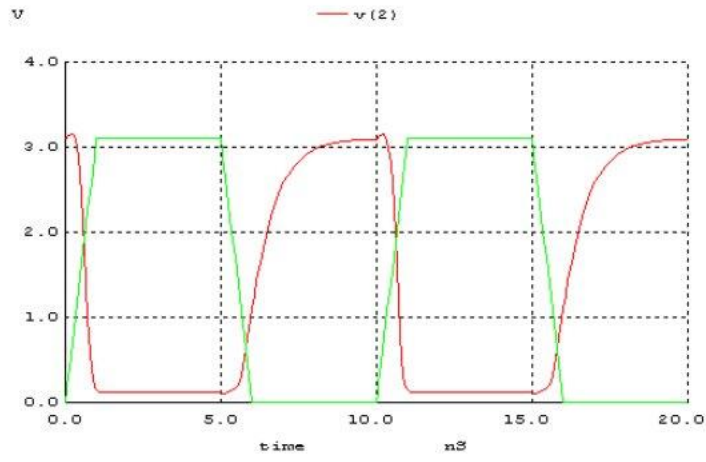
Soru 2:

Soru 1' deki gibi verilen şıklardaki devreler için genel kod yazılmış, geçici durum analizi yapılmış ve tablo doldurulmuştur.

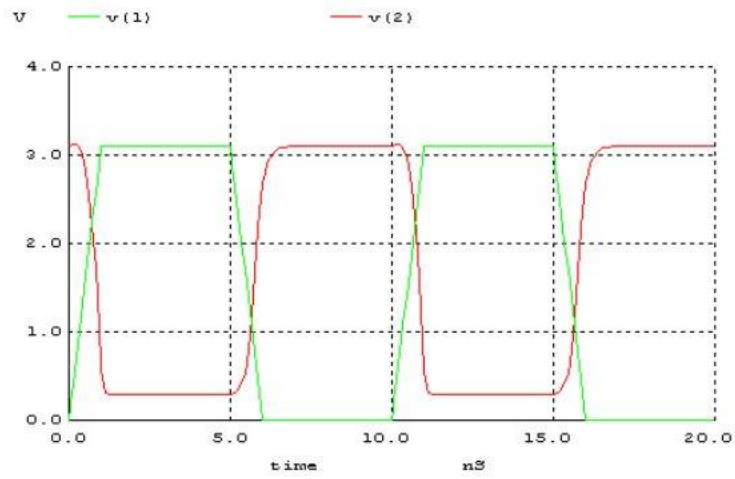
```
.MODEL MOSN NMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=5.36726E+15 VTO=0.743469 KP=8.00059E-05 GAMMA=0.543
+ PHI=0.6 U0=655.881 UEXP=0.157282 UCRIT=31443.8
+ DELTA=2.39824 VMAX=55260.9 XJ=0.25U LAMBDA=0.0367072
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=1.0 RSH=70.00
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0003 MJ=0.6585
+ CJSW=8.0E-10 MJSW=0.2402 PB=0.58
.MODEL MOSP PMOS LEVEL=2 LD=0.15U TOX=200.0E-10
+ NSUB=4.3318E+15 VTO=-0.738861 KP=2.70E-05 GAMMA=0.58
+ PHI=0.6 U0=261.977 UEXP=0.323932 UCRIT=65719.8
+ DELTA=1.79192 VMAX=25694 XJ=0.25U LAMBDA=0.0612279
+ NFS=1E+12 NEFF=1.001 NSS=1E+11 TPG=-1.0 RSH=120.6
+ CGDO=4.3E-10 CGSO=4.3E-10 CJ=0.0005 MJ=0.5052
+ CJSW=1.349E-10 MJSW=0.2417 PB=0.64

VIN 1 0 PULSE(0 3.1 0 1ns 1ns 4ns 10ns)
VDC 3 0 DC 3.1
R1 3 2 100K
C1 2 0 1F
M1 2 1 0 0 MOSN W=1.8u L=1.2u NRS=0.333 NRD=0.333
+ AD=6.5p PD=9.0u AS=6.5p PS=9.0u
```

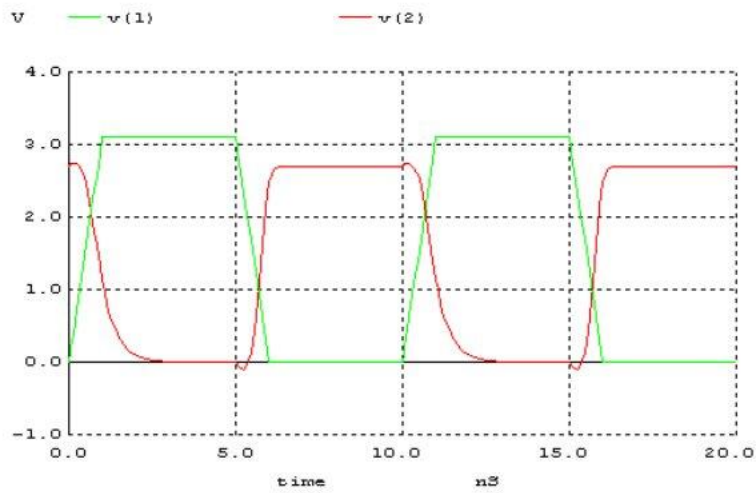
```
.CONTROL
TRAN 0.1NS 20NS
PLOT V(2) V(1)
.ENDC
```



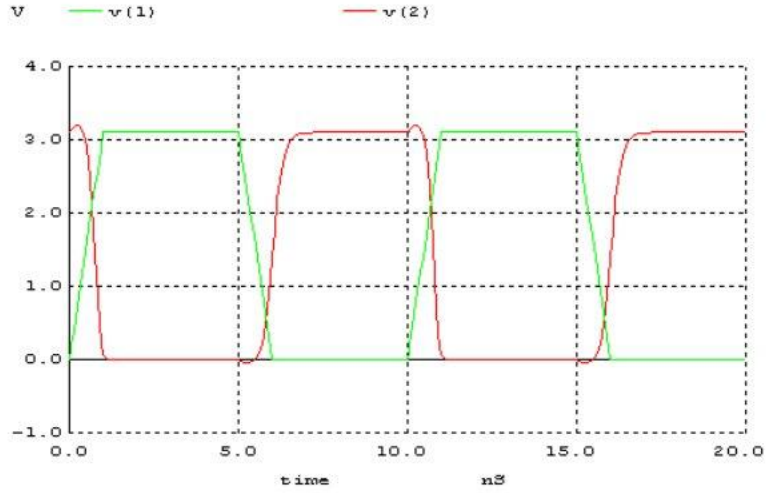
A Devresi için Grafik



B Devresi için Grafik



C Devresi İçin Grafik



D Devresi İçin Grafik

	t_r	t_f	t_{pHL}	t_{pLH}	t_d
(a)	2	0.4	0.2	0.8	0.5
(b)	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2
(c)	1.6	3	0.4	0.2	0.4
(d)	0.4	0.3	0.2	0.5	0.3

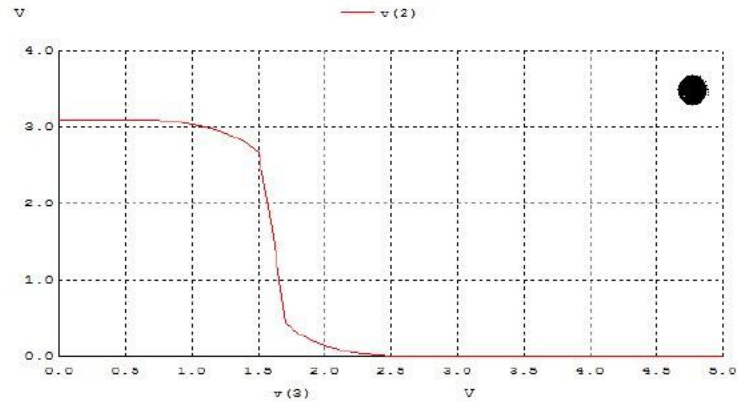
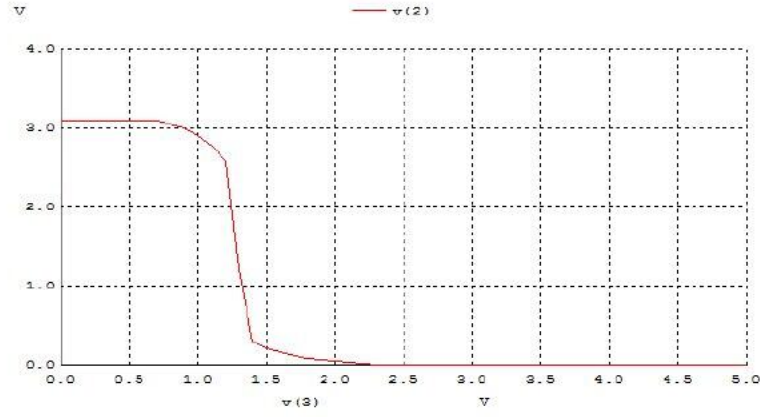
Soru 3:

- a) Tersleyici için en iyi sonuçları veren devre, "D" şıkkındaki devredir. Devreler için V_{TC} grafikleri incelendiğinde, geçiş bölgesinin dike en yakın olduğu grafik "D" şıkkındaki devreye aittir ki bu da bir tersleyici de istenilen özelliiktir. (Geçiş bölgesinde kazancın ideal tersleyiciye en yakın olması istenir.)
- b) Belirtilen devreler simetrik değildir. Simetrinin sağlanması için bu devreler için yapılan MOSN ve MOSP tanımlamalarındaki kapasitans ve direnç değerlerinin ayarlanması gerekmektedir.

Soru 4:

PMOS' un "W" (width) değeri değiştirilerek, MOSFET'in iç direnci düşürülür ve bu durum doğrudan I_D değerini değiştirir. Başka bir yaklaşım ise; MOSFET akım formülünde; MOSFET doyumda kabul edilerek yazılan $I_D = K n' \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{TP})^2$ formülünden görülebileceği gibi "W" değerini arttırmak I_D

akımını da arttırıyor. İlk sorudaki 'D' devresi için yazılan kodda belirtilen değişiklikler yapılmış ve istenen grafikler elde edilmiştir.



Grafiklerden, "W" değeri değiştirilmiş PMOS ile kurulu olan devrenin V_{TC} grafiği, diğer grafiğe göre ,geçiş bölgesinde daha diktir. Aynı zamanda, çıkış, giriş değeri yükseldilçe "low" a düşmektedir. Burada PMOS' un akım basma yeteneği arttırılmış ve bu sayede de daha yüksek giriş değerine kadar çıkış "high" da tutulabilmektedir.)