

**T.C.  
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ  
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ  
BÖLÜMÜ**

**CONTROL OF ROBOT INTEGRATED GAS METAL ARC  
WELDING (GMAW) PROCESS**

---

**UYGULAMALI BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA**

**Halil İbrahim Üçler  
070223016**

**Mustafa Öcal  
070223015**

**Maksut Kaya  
090224040**

## İçindekiler Tablosu

GAZALTI KAYNAĞI (MIG-MAG-GMAW-GTAW) .....	4
Gazaltı kaynağının üstünlükleri .....	5
Gazaltı kaynağının olumsuz yönleri .....	6
CONTROL OF ROBOT INTEGRATED GAS METAL ARC WELDING (GMAW) PROCESS .....	7
List of Variables, Constant and Forces ; .....	7
Dynamics: .....	8
Drop Dynamics: .....	8
Current: .....	9
Melting Rate: .....	9
Stick Out: .....	9
Detachment Criteria: .....	9
Detach Volume: .....	9
Model Equations: .....	9
Output equations are: .....	9
The state variables are: .....	10
The output variables are: .....	10
And the control variables are: .....	10
Model simplification: .....	10
MATLAB SIMULİNK .....	11
Gmaw Subsystem .....	11
X3_Dot ve X3(Y1) Subsystem .....	12
X4_Dot Subsystem .....	12
F(x3,x4) Subsystem .....	13
Şekil-6: F(x3,x4) subsystem .....	13
X_1 Subsytem .....	13
X_5 Subsystem .....	13
Y_2 Subsytem .....	14
Simulink model parameters InitFcn: .....	14
Plot(Y1,'Displayname','Y1') (Akım) .....	15
plot(y2,'DisplayName','y2') (Varc) .....	15
M-File .....	15
m-file answer .....	15
GUI .....	17

GUI arayüzü .....	17
GUI m-file .....	17
function akim_Callback(hObject, eventdata, handles) .....	17
function Varc_Callback(hObject, eventdata, handles) .....	18
function Simulink_Callback(hObject, eventdata, handles) .....	19
function VR_open_Callback(hObject, eventdata, handles) .....	19
Virtual Realty .....	20
Simulink .....	20
VR-Builder .....	20
Animasyon görüntüsü .....	21
Kaynakça .....	22

## GAZALTI KAYNAĞI (MIG-MAG-GMAW-GTAW)

Günümüzde metallerin kaynakla birleştirilmesinde en çok kullanılan metod, eriyen elektrotla bir koruyucu gaz veya gaz karışımı atmosferi altında yapılan MIG kaynak tekniğidir. Eriyen elektrot ile yapılan MIG gaz altı kaynağı çok geniş bir uygulama alanına sahiptir. MIG kaynak yönteminin diğer kaynak yöntemlerine göre, mekanize edilebilme, daha hızlı çalışma, robot kullanma imkânı, çok karmaşık kaynak konstrüksiyonlarında kolay bir şekilde uygulanabilme, her pozisyonda kullanılabilme ve karbonlu çelik, paslanmaz çelik, alüminyum, bakır gibi bütün ticari metallerin kaynak edilebilmesi açılarından birçok avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca her geçen gün bu metodun pazar payı yüzdesi artmaktadır. Bu teknik her kalınlıktaki alüminyum ve alaşımları için uygulanabilir olmasına rağmen genellikle 3 milimetreden daha kalın alüminyum ve alaşımlarının kaynağında tercih edilen bir kaynak yöntemidir. Çünkü MIG kaynağında kaynak hızı ve ergime gücü diğer gazaltı kaynak yöntemi olan TIG kaynağına göre daha yüksek olduğu için çok ince levhalar ancak darbeli akım yöntemi uygulanarak kaynak yapılabilir.

Örtülü elektrod ile ark kaynağında elektrod örtüsünün görevlerinden en önemlisi ve vazgeçilmez olanı, kaynak metali üzerinde bir koruyucu gaz atmosferi ve cüruf oluşturarak kaynak banyosunu havanın oksijen ve azotunun olumsuz etkilerinden korumasıdır.

Bütün kaynak yöntemlerinde ana tema, çıplak elektrod telini el ile ya da mekanik bir tertibat yardımı ile otomatik olarak sürekli ilerletip, akımı ark bölgesine çok yakın bir yerden vermek ve telin yüklenebileceği akım şiddetini artırarak, erime gücünü yükseltmektir. Yalnız burada en önemli husus elektrod örtüsünün görevini yüklenecik bir faktörün devreye sokulmasıdır. Bu görevi Gazaltı Kaynak Yönteminde koruyucu gaz olarak kullanılan soy gazlar, aktif gazlar ya da bunların karışımı mix. Gazlar yapmaktadır. Örtülü elektrodun geliştirilmesi elektrik ark kaynağının önemini artırmıştır ve bütün metallerin kaynağı için yeni yöntemlerin gelişmesine yol açmıştır. Bilinen yöntemlerin geliştirilmesi ve yeni yöntemlerin bulunması yolunda yapılan araştırmalar sonucu son 70 yıl içerisinde sayılamayacak derecede gelişmeler olmuştur.

Birinci Dünya Savaşı'na kadar emekleme dönemi yaşayan kaynak, iki dünya savaşı arasında perçinli birleştirmenin yerini alarak, kalın sacların, tekne, gemi ve tankların kaynağında yaygın olarak kullanılır hale geldi. İkinci Dünya Savaşı esnasında uçaklarda kullanılan alüminyum, magnezyum alaşımlarının kaynağında karşılaşılan zorluklar TIG yönteminin gelişmesine yardımcı oldu. Soy gaz koruması altında yapılan TIG kaynak yöntemi ile önceleri sadece korozyona dayanıklı çelikler kaynatılırken, bugün bütün metal ve alaşımlarını kaynak yapmak mümkün hale gelmiştir. Yalnız yöntemin yavaşlığı araştırmacıları, benzer sonuçları veren daha hızlı bir yöntemin arayışına yöneltmiştir.

Soy gaz koruması altında eriyen elektrod ile yapılan MIG yöntemi, bir çok alanda TIG yönteminin yerini alarak işlemin hızlanmasına yol açmıştır.

Uygulama kolaylığı nedeni ile tüm demir dışı metal ve alaşımlarının kaynağında kullanılan MIG yönteminin yalın karbonlu ve az alaşımlı çeliklerde uygulama alanı bulmamasının nedeni soy gazların pahalılığı olmuştur. MAG diğer bir deyimle, aktif gaz koruması altında eriyen elektrod ile yapılan kaynak, son yıllarda büyük bir gelişme göstermiş yalın karbonlu ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağında önemli ölçüde kullanılır hale gelmiştir.

Önceleri yalnız CO2 koruması altında yapılan bu yöntemde, gereken durumlarda arkı yumuşatmak, sıçramayı azaltmak için CO2' ye Ar karıştırılıp kullanılmaktadır. Ar + CO2' nin içine az miktarda O2 ilave edilerek Ar + CO2 + O2'den oluşan üçlü gaz koruması altında daha kalın çaplı elektrodlar ile her pozisyonda çalışabilme olanağı sağlanmış ve düzgün görünüşlü kaynak dikişleri elde edilebilmiştir. Ayrıca bu yöntemin kullanılması ile işlemlerin hızlanmasına ve otomatikleşmesine olanak sağlanmıştır. Son yıllarda geliştirilen, darbeli akım yönteminde, kaynak akımı ayarlanan frekansta bir alt ve bir üst değer arasında değiştirilerek iş parçasına aktarılan ısı girdisi minimumda tutularak, özellikle ince parçalarda çarpılma azaltılmıştır.

Yine son yılların önemli gelişmelerinden bir tanesi de inverter türü kaynak makinelerinin uygulama alanına girmesidir, bu tür kaynak makineleri ile gerçekleştirilen kaynak işlemlerinde yalnız CO2 kullanılması halinde dahi sıçrama tamamen ortadan kalkmıştır. Günümüzde konstrüksiyonlar, iş verimi ve güvenliğini artırmaya, boyutları ve ağırlığı küçültmeye, malzeme ve üretim masraflarını azaltmaya yöneliktir. Buna paralel olarak birleştirme teknolojisi de sürekli şekilde kendini yenilemek zorunda kalmıştır. Endüstrileşmiş ülkelerde en çok kullanılan yarı otomatik ve tam otomatik kaynak yöntemi olan MIG/MAG yöntemi, son yıllarda ülkemizde de hızla yayılmaktadır. Gerek MIG/MAG kaynak makinesi, gerekse tel elektrod üretimindeki hızlı artış bunun en önemli göstergesidir. Koruyucu gaz ile yapılan kaynak denince aklımıza kaynak yeri, bir gaz atmosferi (şemsiyesi) ile korunarak yapılan ark kaynağı gelir. Argon ve helyum gibi soy gazlar kullanılarak TIG ve MIG kaynak yöntemleri ile çeşitli metal ve alaşımlarının pasta ya da dekapan kullanmadan, fazla deformasyona uğramadan kaynak edilmeleri mümkündür. Aktif gaz kullanılarak MAG kaynak yöntemi ile yalın karbonlu ve düşük alaşımlı çeliklerin yarı otomatik ve tam otomatik olarak kaynak edilmeleri mümkündür.

Amerika'da bu yönteme "GMAW – Gaz Metal Ark Kaynağı", İngiltere'de ve Almanya'da ise "MIG/MAG Kaynağı" adı verilmektedir. Ülkemizde de, "Ergiyen Elektrodla Gazaltı veya MIG/MAG Kaynağı" adları kullanılmaktadır.

## **Gazaltı kaynağının üstünlükleri**

- Ticari metal ve alaşımların tümünün kaynağında kullanılabilen yegane ergiyen elektrodla kaynak yöntemidir.
- Elektrik ark kaynağında karşılaşılan sınırlı uzunlukta elektrod kullanma problemini ortadan kaldırmıştır.
- Kaynak her pozisyonda yapılabilir. Bu tozaltı kaynağında mümkün değildir.
- Metal yığılma hızı elektrik ark kaynağına nazaran oldukça yüksektir.
- Sürekli elektrod beslenmesi ve yüksek metal yığılma hızı nedeniyle, kaynak hızları elektrik ark kaynağına nazaran yüksektir.
- Elektrod beslenmesinin sürekli olması nedeniyle hiç durmadan uzun kaynak dikişleri çekilebilir

## **Gazaltı kaynağının olumsuz yönleri**

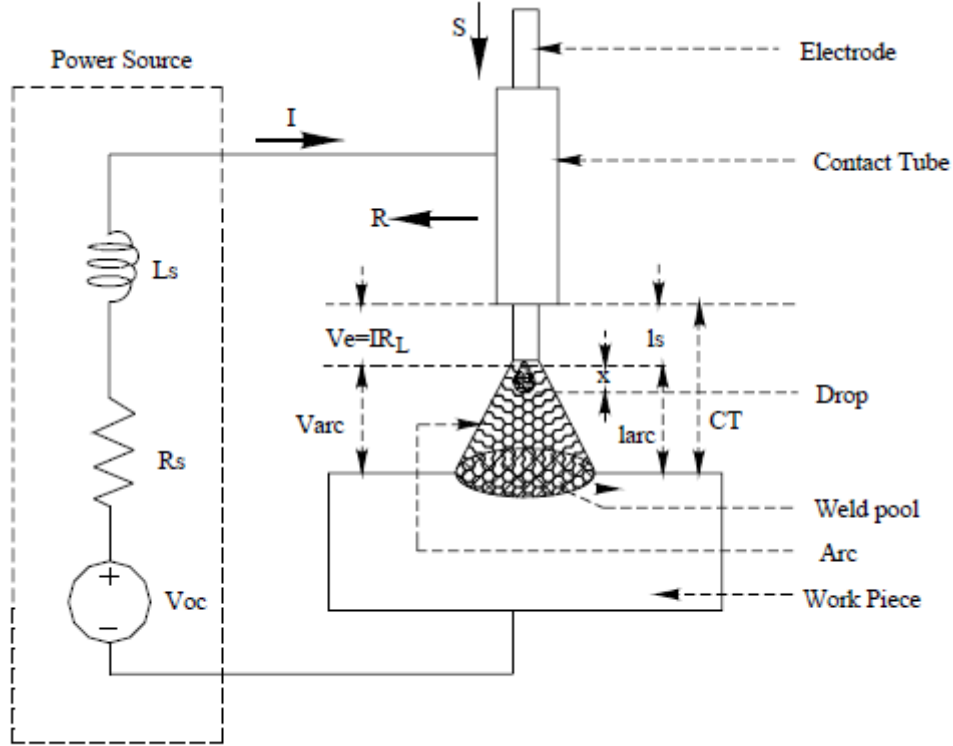
**Diğer kaynak yöntemlerinde olduğu gibi gazaltı kaynağının kullanılmasını zorlaştıran bazı sınırlamalar**

**da mevcuttur. Bu sınırlamalar aşağıda sıralanmıştır :**

- Kaynak donanımı, elektrik ark kaynağına nazaran, daha karmaşık, daha pahalı ve bir yerden başka bir yere taşınması daha zordur.
- Kaynak torcunun elektrik ark kaynağı pensesinden daha büyük olması nedeniyle ve kaynak metalinin koruyucu gazla etkin bir şekilde korunması amacıyla torcun bağlantıya 10 ila 20 mm arasında değişen yakın bir mesafeden tutulması gerektiği için, bu yöntemin ulaşılması güç olan yerlerde kullanılması pek mümkün değildir.
- Kaynak arkı koruyucu gazı bulunduğu yerden uzaklaştıran hava akımlarından korunmalıdır. Bu nedenle, kaynak alanının etrafı hava akımına karşı koruma altına alınmadıkça, yöntemin açık alanlarda kullanılması mümkün değildir.
- Göreceli olarak, çalışma anında yüksek şiddette ısı yayılması ve ark yoğunluğu nedeniyle, bazı kaynakçılar bu yöntemi kullanmaktan kaçınabilir.

## CONTROL OF ROBOT INTEGRATED GAS METAL ARC WELDING (GMAW)

### PROCESS



$$dI / dt = (V_{oc} - R_L - V_{arc} - R_s I) / L_s$$

Şekil1:GMAW

### List of Variables, Constant and Forces ;

$C_1$  : (Erime hız sabiti)=  $2.8855e-10$

$C_2$  : (Erime hız sabiti)=  $2.8855e-10$

$CT$  : (Çalışma uzaklığı)=  $1e-3$ .  $CT \cdot 0.025m$

$E_a$  : (Arc genişlik faktörü)=  $1500 \text{ v/m}$

$F_d$  : (havadan dolayı oluşan sürtünme kuvveti.)  $N$

$F_{em}$  : (elektromagnetik indüksiyondan dolayı oluşan kuvvet) .  $N$

$F_g$  : (yerçekiminden dolayı oluşan kuvvet).  $N$ ;

$F_m$  : (momentumdan dolayı oluşan kuvvet).  $N$  ;

$F_s$  : (yüzey gerilmesinden dolayı oluşan kuvvet) .  $N$

$I$  : current .  $25 \leq I \leq 565 \text{ A (ak.m)}$

$K$  : (yay sabiti)

$l_{arc}$  : (arc genişliği) .  $m$

$l_s$  : stick out .  $1e-3$  .  $l_s$  . CT m

$L_s$  : (kaynak indüksiyonu) .  $0.14e$  . 3H

$m_d$  : (damlacık kütleri) . m

$M_r$  : (erime hızı) .  $m^3/s$

$r_d$  : (damlacık yarıçapı) . m

$r_w$  : (elektrot yarıçapı) . 0.0004445 m

$R_a$  : (arc direnci) . 0.022 ohm

$R_L$  : (elektrod direnci ohm)

$R_s$  : (kaynak direnci: 0.004 ohm

$S$  : (elektrot giriş hızı): .  $0.021 \leq S \leq 0.33$  m/s

$U_b$  : relative fluid to drop velocity . 10 m/s

$V_{arc}$  : (arc gerilimi) . V

$V_o$  : (arc gerilim sabiti) . 15.7V

$V_{oc}$  : open circuit voltage . 29V

$x$  : (damlacık yerdeğiştirmesi) . m

$x$  : (damlacık hızı) . m/s

$x$  : droplet acceleration.  $m/s^2$

$\rho$  : resistivity of the electrode . 0.2821 ohm (elektrod ozdirenci)

$\rho_p$ : plasma density .  $1.6 \text{ kg/m}^3$

$\rho_w$  : electrode density .  $7860 \text{ kg/m}^3$

$\mu_o$  : permeability of free space .  $1.25664(10^{-6})$

$$\gamma = 2 \frac{N}{m^2}$$

## Dynamics:

### Drop Dynamics:

$$\ddot{x} = \frac{F_{tot} - b\dot{x} - kx}{m_d}$$

$$F_{tot} = F_{em} + F_d + F_m + F_g$$



**Current:**

$$\dot{I} = \frac{V_{oc} - R_L I - V_{arc} - R_s I}{L_s}$$

$$V_{arc} = V_o + R_a I + E_a (CT - I_s)$$

$$R_L = \rho [l_s + 0.5(r_d + x)]$$

**Melting Rate:**

$$M_R = C_2 I^2 \rho l_s + C_1 I$$

**Stick Out:**

$$I_s = S - \frac{M_R}{\pi r_d^2}$$

**Detachment Criteria:**

$$F_{tot} > F_s$$

$$r_d > \frac{\pi(r_d + r_w)}{1.25 \left( \frac{x + r_d}{r_d} \right) \left( 1 + \frac{\mu_0 I^2}{2\pi^2 \gamma (r_d + r_w)} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

**Detach Volume:**

$$dedect\ volume = \frac{m_d}{2\rho_w} \left( \frac{1}{1 + \exp(-100x)} + 1 \right)$$

**Model Equations:**

$$\dot{x}_1 = x_2$$

$$\dot{x}_2 = \frac{-Kx_1 - Bx_2 + F_1(x_3 + x_5) + F(x_3 + x_4)\rho_w u_1}{x_5}$$

$$\dot{x}_3 = \frac{[u_2 - (R_a + R_s)x_3] - \left[ x_4 + \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{3x_5}{4\pi\rho_w} \right)^{\frac{1}{3}} + x_1 \right\} \right] \rho x_3 - V_o - E_a(u_3 - x_4)}{L_s}$$

$$\dot{x}_4 = u_1 - \frac{F(x_3, x_4)}{\pi r_w^2}$$

$$\dot{x}_5 = F(x_3, x_4)\rho_w$$

**Output equations are:**

$$y_1 = x_3$$

$$y_2 = V_o + R_a x_3 + E_a(x_3 - x_4)$$

where

$$F(x_3, x_4) = C_2 x_3^2 \rho x_4 + C_1 x_3$$

$$F_1(x_3, x_5) = \frac{\mu_o x_3^2}{4\pi} \frac{a}{1 + \exp\left(\frac{br_w - \left(\frac{3x_5}{4\pi\rho_w}\right)^{\frac{1}{3}}}{cr_w}\right)} + \frac{C_d \left[ \left(\frac{3x_5}{4\pi\rho_w}\right)^{\frac{2}{3}} - r_w^2 \right] \pi \rho_p (U_b)^2}{2} + 9.81x_5$$

**The state variables are:**

$x_1 = x$ : droplet displacement – m;

$x_2 = \dot{x}$ : droplet velocity –  $\frac{m}{sec}$ ;

$x_3 = I$ : current – A;

$x_4 = l_s$ : stickout – m;

$x_5 = m_d$ : droplet mass – kg;

**The output variables are:**

$y_1 = I$ : current – A

$y_2 = V_{arc}$  : arc voltage – V

**And the control variables are:**

$u_1 = S$  : wire feed speed –  $\frac{m}{sec}$ .

$u_2 = V_{oc}$  : open – circuit – volts

$u_3 = CT$  : contact tip to work piece distance – m

**Model simplification:**

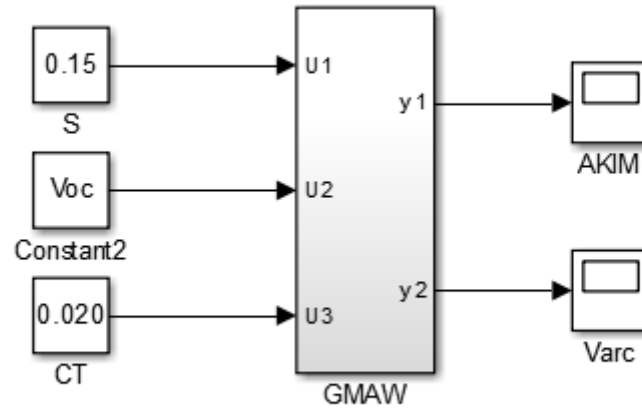
$$\dot{x}_3 = \frac{[u_2 - (R_a + R_s)x_3] - \left[ x_4 + \frac{1}{2} \left\{ \left( \frac{3x_5}{4\pi\rho_w} \right)^{\frac{1}{3}} + x_1 \right\} \right] \rho x_3 - V_o - E_a(u_3 - x_4)}{L_s}$$

$$\dot{x}_4 = u_1 - \frac{F(x_3, x_4)}{\pi r_w^2}$$

$$a=I/L_s; b=R_a+R_s; c=L_s p; e=E_a/L_s; q=c_1(\pi r_w^2); h=c_2 p / (\pi r_w^2)$$

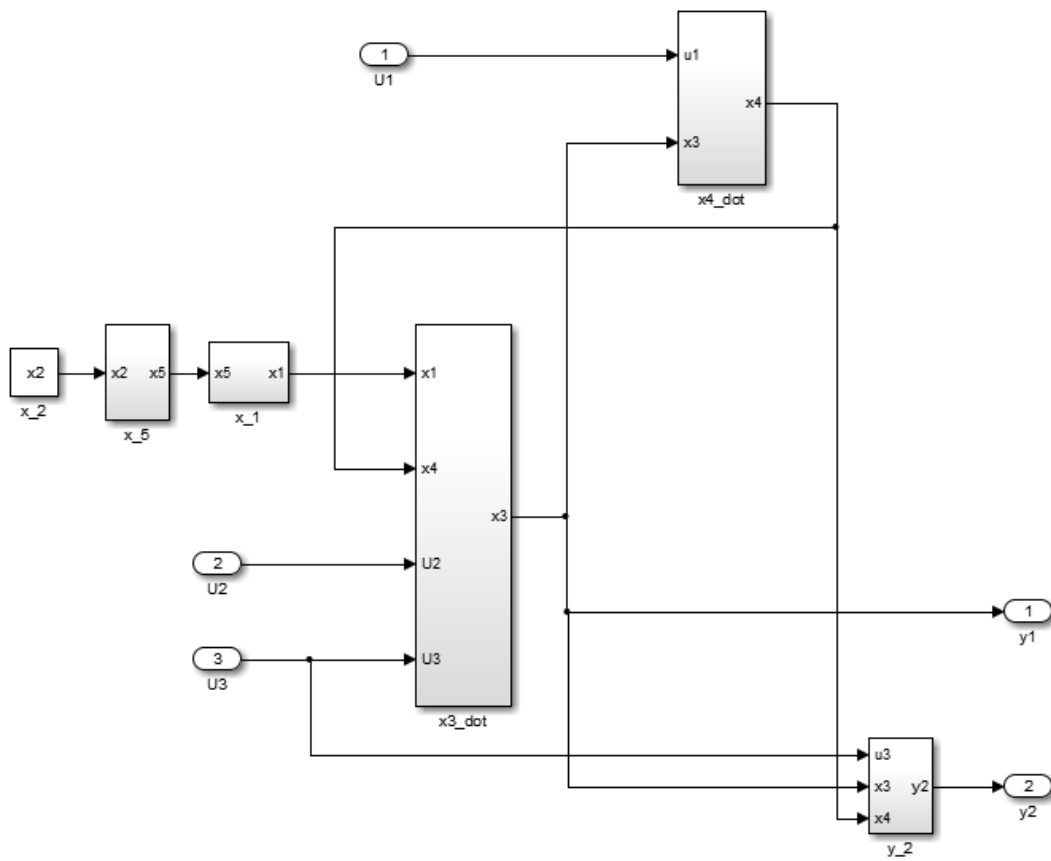
$$\begin{bmatrix} \dot{x}_3 \\ \dot{x}_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -ab & -e \\ -q & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -cx_3x_4 - aV_o \\ -hx_3^2x_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & a & -e \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix}$$

## MATLAB SİMULİNK



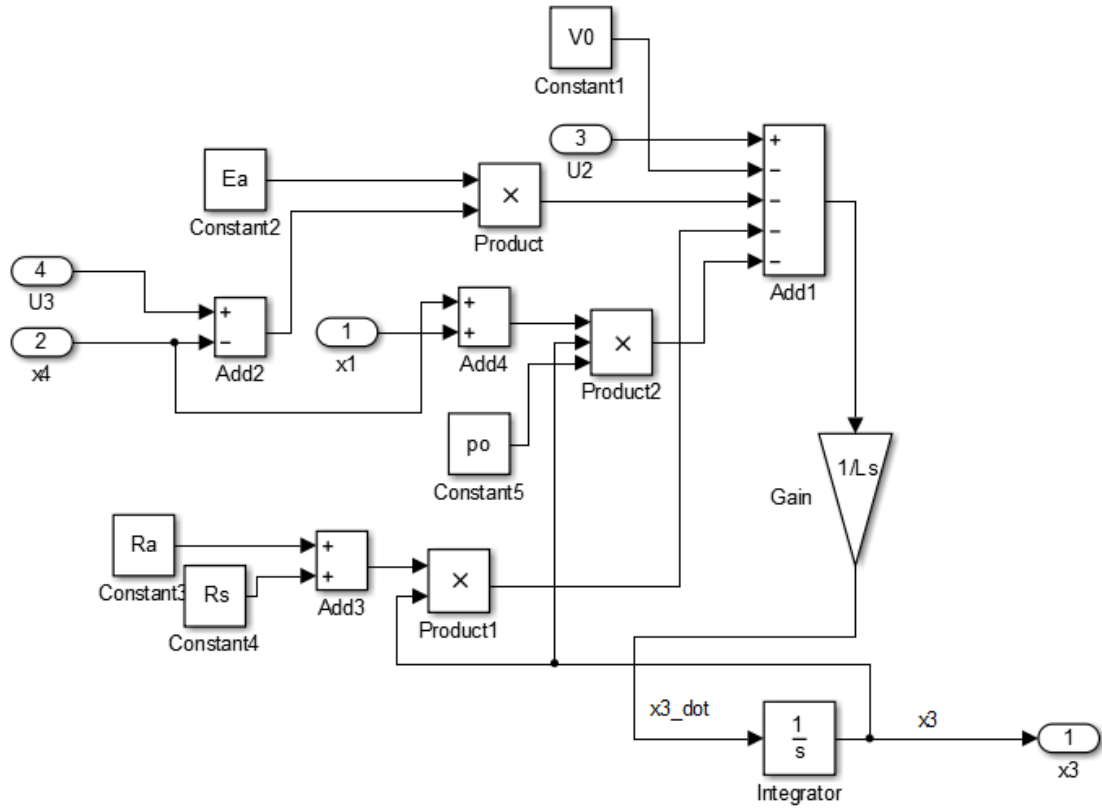
Şekil-2: Simulink

## Gmaw Subsystem



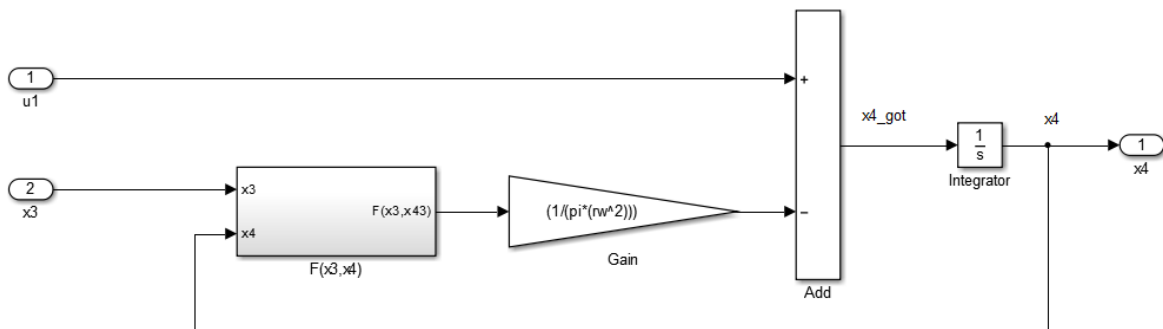
Şekil-3:Gmaw subsystem

## X3\_Dot ve X3(Y1) Subsystem



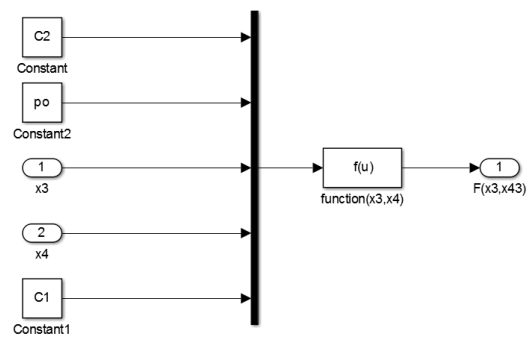
Şekil-4: x3\_dot subsystem

## X4\_Dot Subsystem



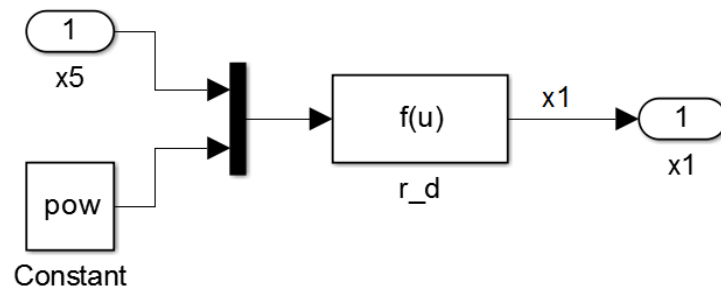
Şekil-5: x4\_dot subsystem

## F(x3,x4) Subsystem



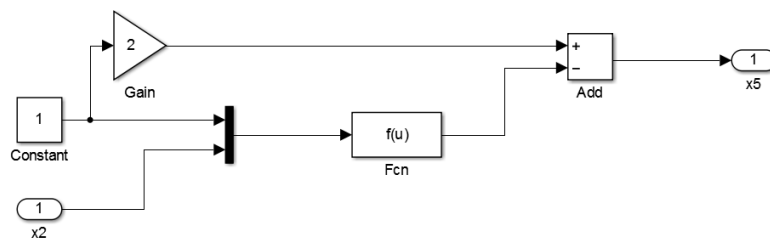
Şekil-6:  $F(x_3, x_4)$  subsystem

## X\_1 Subsystem



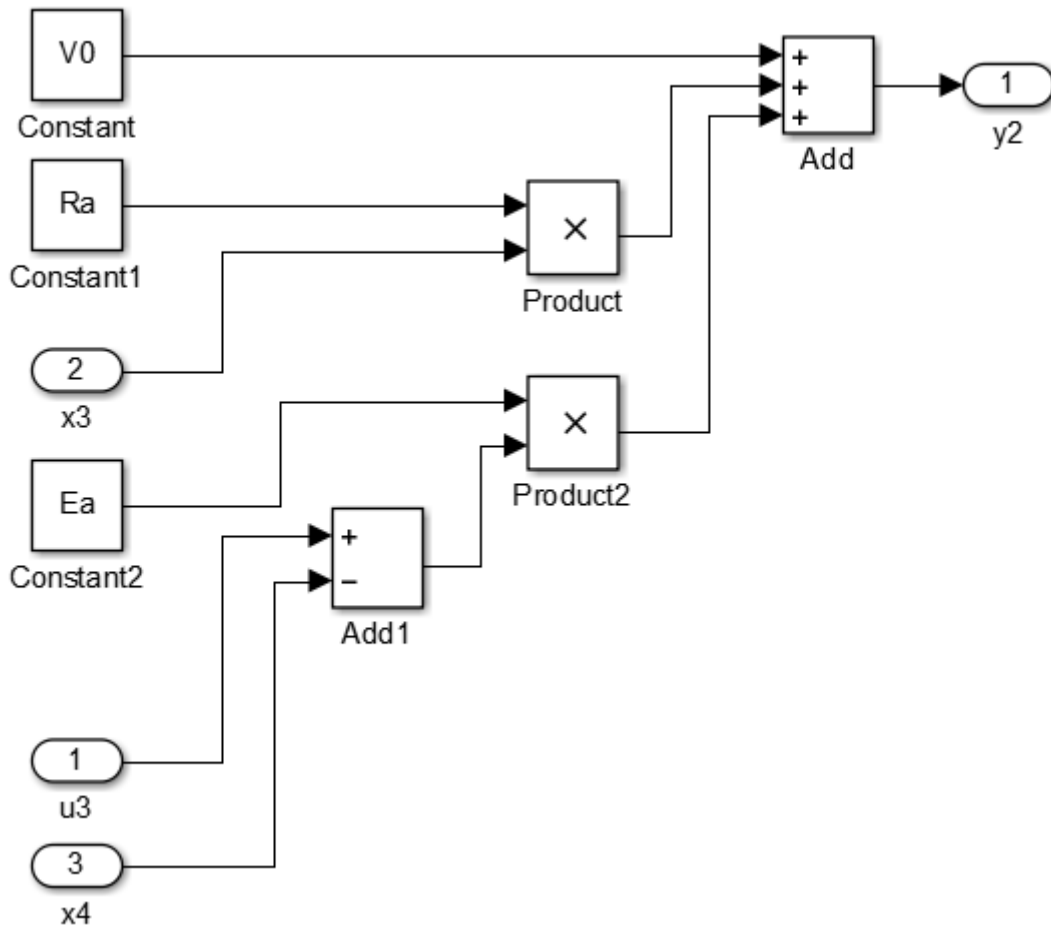
Şekil-7:  $x_1$  subsystem

## X\_5 Subsystem



Şekil-8:  $x_5$  subsystem

## Y\_2 Subsystem



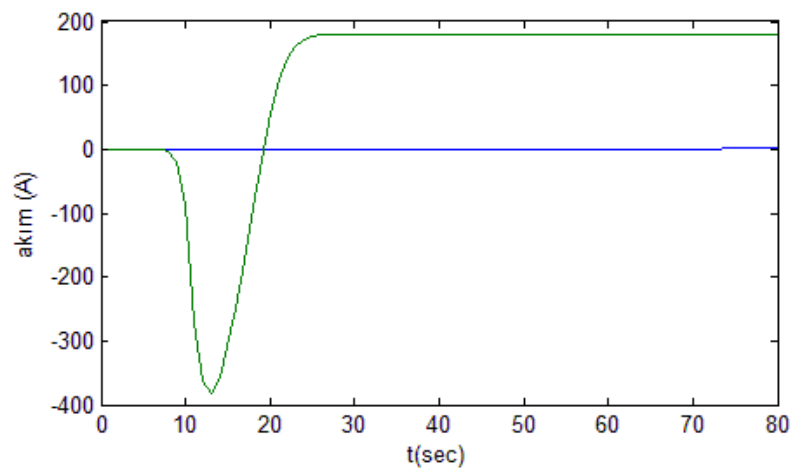
Şekil-9:Y\_2 subsystem

### Simulink model parameters InitFcn:

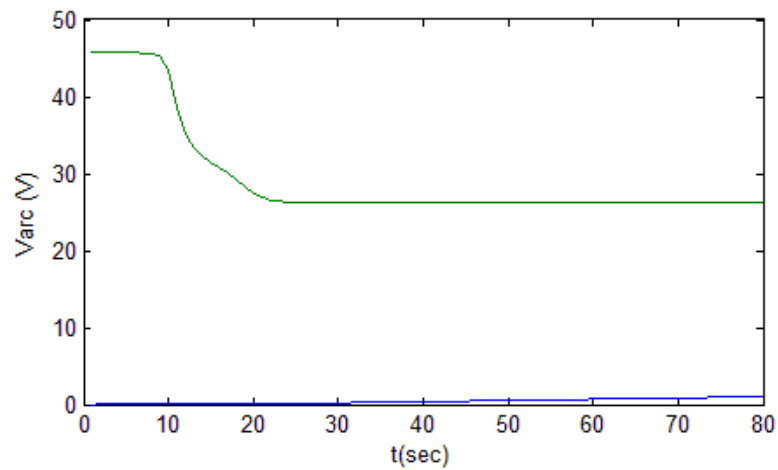
```
C1=2.8855e-10;
C2=2.8855e-10;
Ea=1500;
Ls=0.14e-3;
x2=0;
rw=0.0004445;
Ra= 0.022;
Rs= 0.004;
Ub=10;
V0=15.7;
Voc=29;
po=0.2821;
ppo=1.6;
pow =7860;
u0=1.25664e-06;
```

ayrıca değişkenler GUI ile kullanıcı tarafından değiştirilmez şekilde Simulink'e aktarılıyor

**Plot(Y1,'Displayname','Y1') (Akım)**



**plot(y2,'DisplayName','y2') (Varc)**



## M-File

```
[A,B,C,D]=linmod('model');
A;
B;
C=C(1,:);
D=D(1,:);
iu=1;
[a,b]=ss2tf(A,B,C,D,iu);
a;
b;
Transfer_fonk=tf(a,b)
```

## m-file answer

A =

1.0e+07 \*

-0.0000 1.0714  
-0.0000 0

B =

1.0e+07 \*

0 0.0007 -1.0714  
0.0000 0 0

C =

1 0

D =

0 0 0

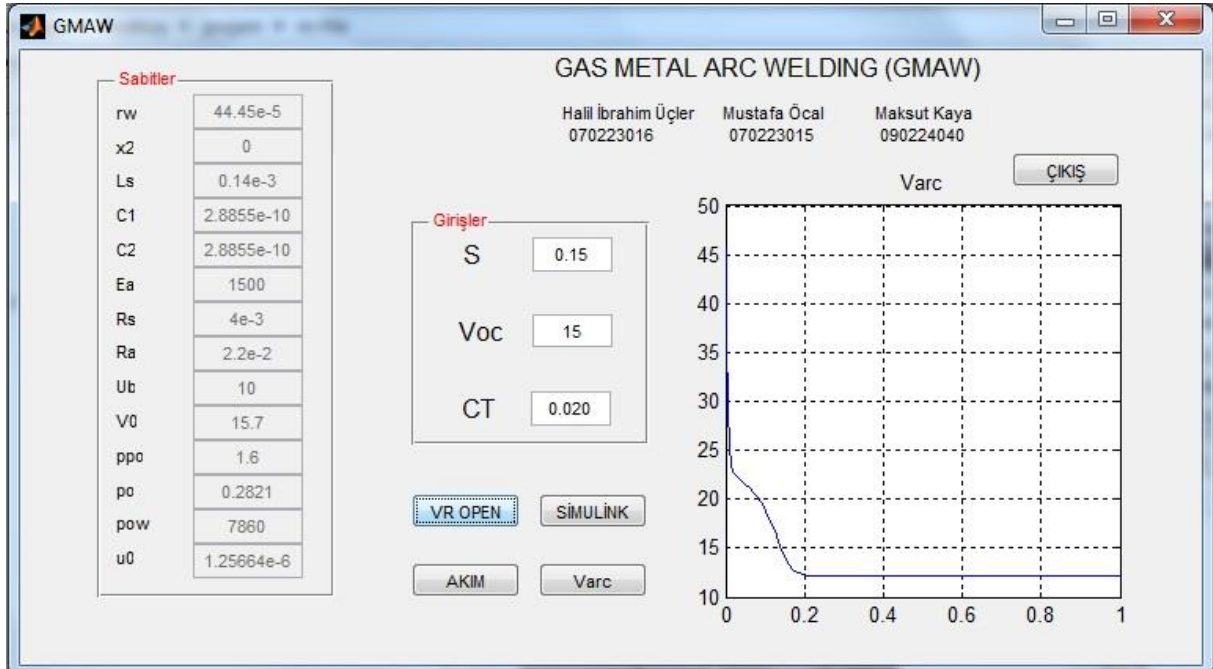
Transfer\_fonk =

1.071e07  
-----  
s^2 + 235.6 s + 4981



# GUI

## GUI arayüzü



Şekil-10: GUI arayüz

## GUI m-file

% --- Executes on button press in akim.

### function akim\_Callback(hObject, eventdata, handles)

% hObject handle to akim (see GCBO)  
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB  
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

```
C1=(get(handles.edit_C1, 'String'));  
C2=(get(handles.edit_C2, 'String'));  
Ea=(get(handles.edit_Ea, 'String'));  
Ls=(get(handles.edit_Ls, 'String'));  
x2=(get(handles.edit_x2, 'String'));  
rw=(get(handles.edit_rw, 'String'));  
Ra=(get(handles.edit_Ra, 'String'));  
Rs=(get(handles.edit_Rs, 'String'));  
Ub=(get(handles.edit_Ub, 'String'));  
V0=(get(handles.edit_V0, 'String'));  
po=(get(handles.edit_po, 'String'));  
ppo=(get(handles.edit_ppo, 'String'));  
pow=(get(handles.edit_pow, 'String'));  
u0=(get(handles.edit_u0, 'String'));
```

```
S=(get(handles.edit_S, 'String'));  
Voc=(get(handles.edit_Voc, 'String'));  
CT=(get(handles.edit_CT, 'String'));
```

```
C1=['C1=' C1, ';' ];
```

```

C2=['C2=' C2, ';'];
Ea=['Ea=' Ea, ';'];
Ls=['Ls=' Ls, ';'];
x2=['x2=' x2, ';'];
Ra=['Ra=' Ra, ';'];
Rs=['Rs=' Rs, ';'];
Ub=['Ub=' Ub, ';'];
V0=['V0=' V0, ';'];
po=['po=' po, ';'];
ppo=['ppo=' ppo, ';'];
pow=['pow=' pow, ';'];
u0=['u0=' u0, ';'];
S=['S=' S, ';'];
Voc=['Voc=' Voc, ';'];
CT=['CT=' CT, ';'];
str=char(S,Voc,CT,C1,C2,Ea,Ls,x2,Ra,Rs,Ub,V0,po,ppo,pow,u0);
sim('untitled')
set_param(bdroot,'InitFcn',str);
sim('untitled')
axes(handles.axes1)

plot([y1.time],[y1.signals(1,1).values(:,1)]);
grid;
title('AKIM');

```

```
close_system('otobus_PID_sim.mdl',0);
```

```
% --- Executes on button press in Varc.
```

### **function Varc\_Callback(hObject, eventdata, handles)**

```

% hObject      handle to Varc (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
C1=(get(handles.edit_C1, 'String'));
C2=(get(handles.edit_C2, 'String'));
Ea=(get(handles.edit_Ea, 'String'));
Ls=(get(handles.edit_Ls, 'String'));
x2=(get(handles.edit_x2, 'String'));
rw=(get(handles.edit_rw, 'String'));
Ra=(get(handles.edit_Ra, 'String'));
Rs=(get(handles.edit_Rs, 'String'));
Ub=(get(handles.edit_Ub, 'String'));
V0=(get(handles.edit_V0, 'String'));
po=(get(handles.edit_po, 'String'));
ppo=(get(handles.edit_ppo, 'String'));
pow=(get(handles.edit_pow, 'String'));
u0=(get(handles.edit_u0, 'String'));
S=(get(handles.edit_S, 'String'));
Voc=(get(handles.edit_Voc, 'String'));
CT=(get(handles.edit_CT, 'String'));
C1=['C1=' C1, ';'];
C2=['C2=' C2, ';'];
Ea=['Ea=' Ea, ';'];
Ls=['Ls=' Ls, ';'];
x2=['x2=' x2, ';'];
Ra=['Ra=' Ra, ';'];
Rs=['Rs=' Rs, ';'];
Ub=['Ub=' Ub, ';'];
V0=['V0=' V0, ';'];
po=['po=' po, ';'];
ppo=['ppo=' ppo, ';'];

```

```

pow=['pow=' pow, ';'];
u0=['u0=' u0, ';'];
S=['S=' S, ';'];
Voc=['Voc=' Voc, ';'];
CT=['CT=' CT, ';'];
str=char(S,Voc,CT,C1,C2,Ea,Ls,x2,Ra,Rs,Ub,V0,po,ppo,pow,u0);
sim('untitled')
set_param(bdroot,'InitFcn',str);
sim('untitled')
axes(handles.axes1)
plot([y2.time],[y2.signals(1,1).values(:,1)]);
grid;
title('Varc');
close_system('otobus_PID_sim.mdl',0);
function e_aktar_Callback(hObject, eventdata, handles)
cikis_sorgu=questdlg('Emin misiniz?','Çıkış','Evet','İptal','İptal')
switch cikis_sorgu
case'Evet'
close('GMAW')
case'İptal!'
return
end

```

% --- Executes on button press in Simulink.

### **function Simulink\_Callback(hObject, eventdata, handles)**

```

% hObject    handle to Simulink (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
yukleme_cubugu=waitbar(0,'Simulink dosyası açılıyor. Lütfen bekleyiniz...');
for i=1:0.03:100
    waitbar(i/100,yukleme_cubugu);
end
close(yukleme_cubugu);
open('untitled');

```

### **function VR\_open\_Callback(hObject, eventdata, handles)**

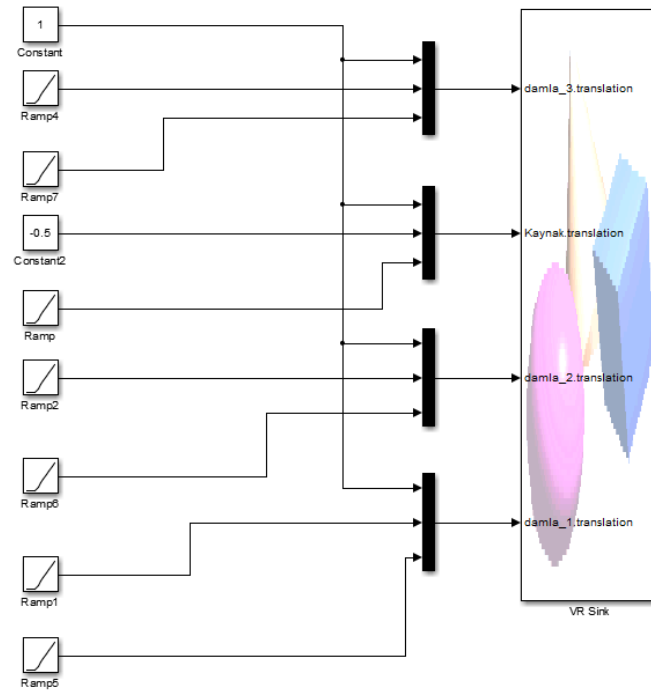
```

% hObject    handle to vir_srtr (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
yukleme_cubugu=waitbar(0,'Açılıyor. Lütfen bekleyiniz...');
for i=1:0.03:100
    waitbar(i/100,yukleme_cubugu);
end
close(yukleme_cubugu);
open_system('GMAW_VR.mdl');

open_system('GMAW_VR/VR Sink');
sim('GMAW_VR');

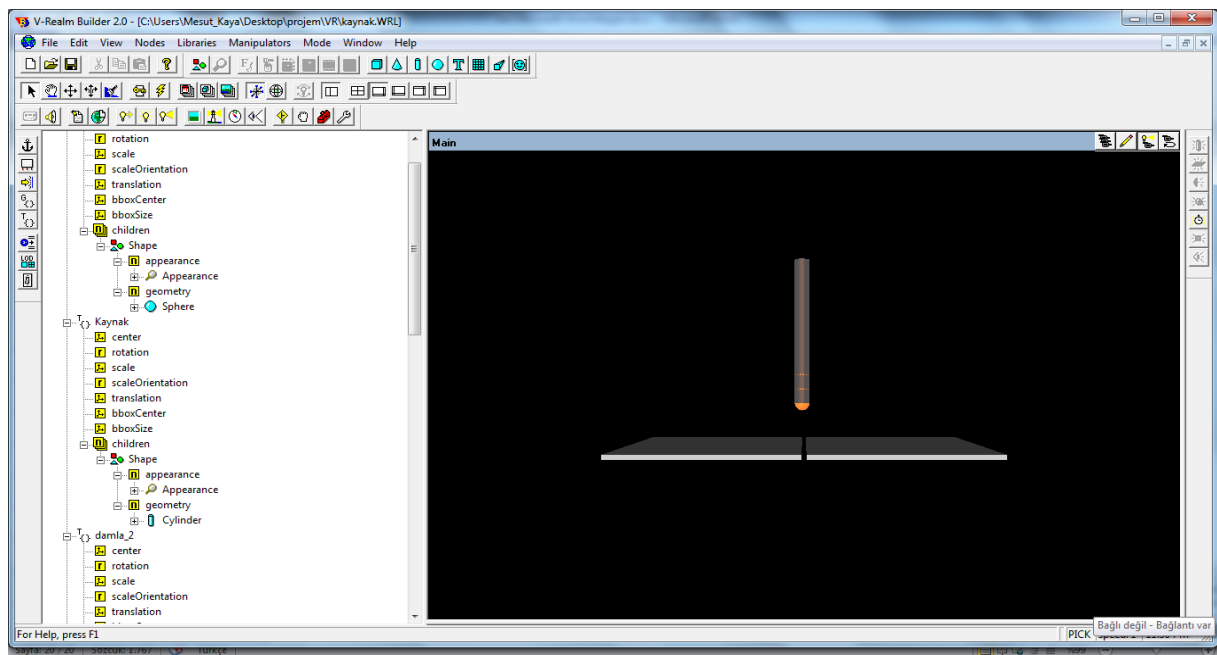
```

## Simulink



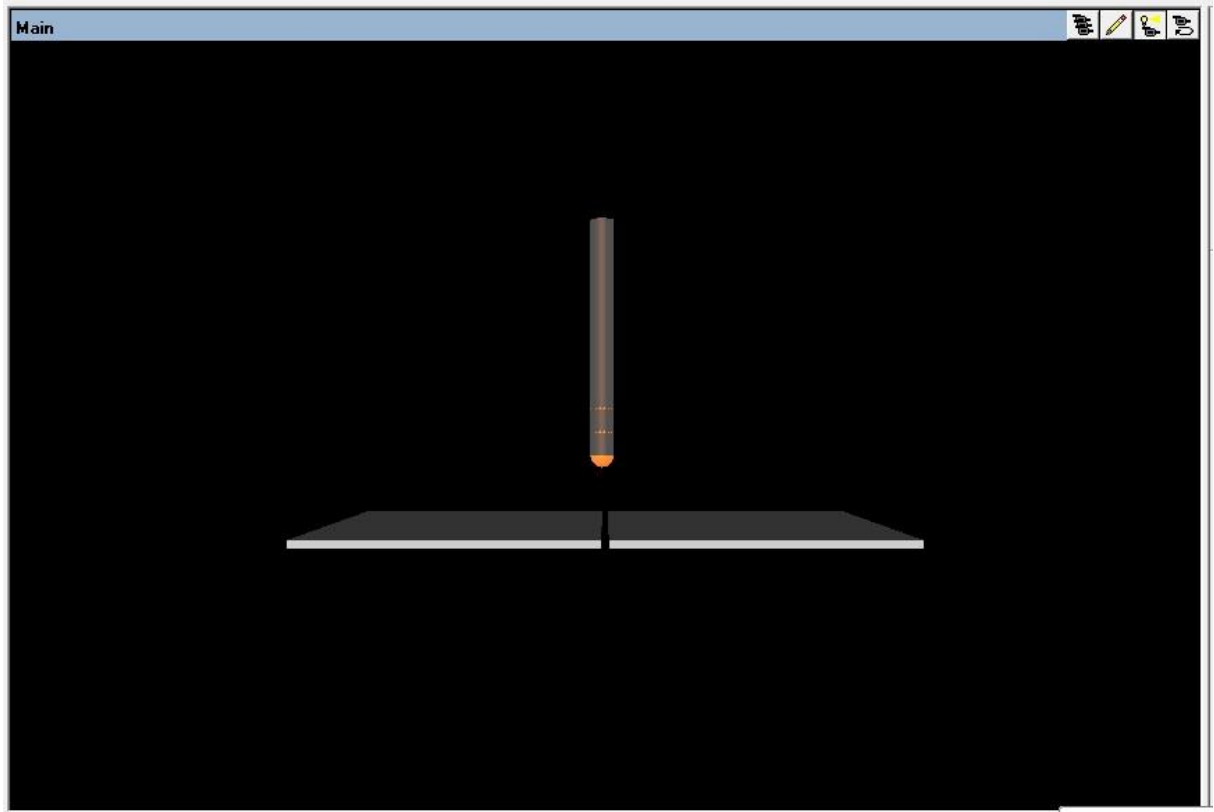
Şekil-11: VR sink simulink

## VR-Builder

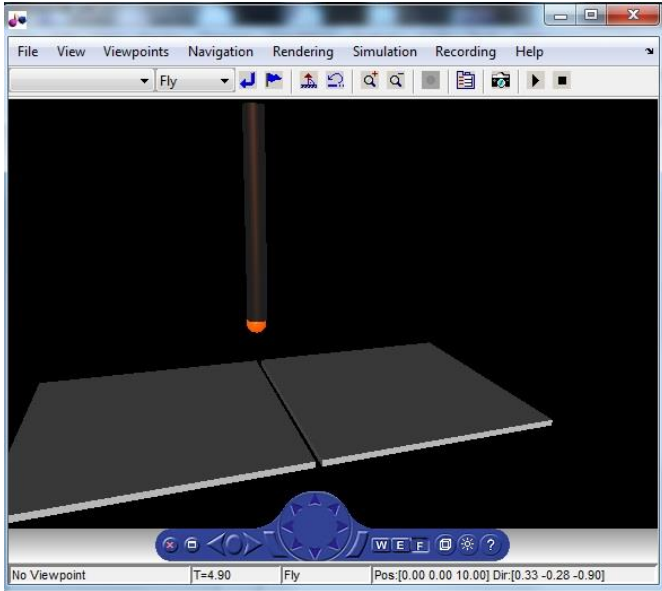


Şekil-12: VR-builder

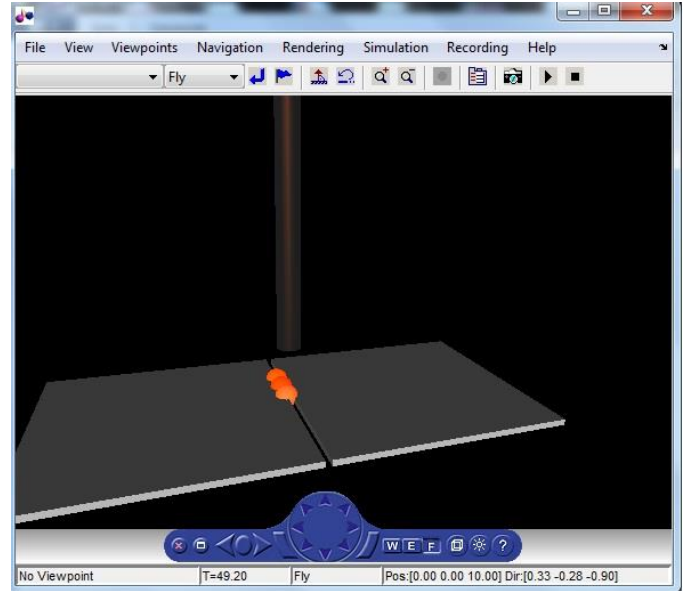
## Animasyon görüntüsü



( a )



( b )



( c )

şekil-13: VR animasyon (a),(b),(c)

## Kaynakça

[1] K.L. Moore, M. Abdelrahman, and D. Naidu, "Gas metal arc welding control: Part II - Control Strategy," presented at the *2nd World Congress of Nonlinear Analysts*, (Athens,Greece), July 1996.

[2] K.L.Moore, D.S. Naidu, R. Yender, And J. Tyler, "Gas Metal Arc Welding Control: Part I - Modeling and Analysis - Measurement and Control Engineering Research Center College of Engineering, Box 8060 Idaho State University, Pocatello, ID 83209, USA

[3] AISI 430 Çelik Çiftinin Manuel (GMAW) Ve Sinerjik Kontrollü (GMAW-P) Kaynağında Isı Girdisinin Mikroyapı Üzerindeki Etkisi \*Tanju TEKER, \*\*Turhan KURSUN

[4] AISI 1030 Çelik Çiftinin Manuel (GMAW) Ve Sinerjik Kontrollü (GMAW-P) Kaynağında Tane Morfolojisinin Karşılaştırılması \*Tanju TEKER, \*\*Turhan KURSUN

[5] Gaz Altı Kaynağı Prof.Dr.İ.Barlas Eryürek İ.T.Ü Makine Fakültesi- Makine Malz. ve İmalat Teknolojisi Ana Bilim Dalı Başkanı

[6] Sinerjik Kontrollü Darbeli MIG (GMAW-P) Kaynak Yöntemi-Turhan Kurşun, Yrd. Doç. Dr. / Cumhuriyet Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makina Eğitimi Bölümü