

# BULANIK MANTIK VE PI DENETİMLİ DC-DC KONVERTÖR MODELLENMESİ VE DİNAMİK PERFORMANS KARŞILAŞTIRMASI

Mustafa ŞEKKELİ<sup>1</sup> Ceyhun YILDIZ<sup>2</sup> H.Rıza ÖZÇALIK<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Bölümü, K.Maraş

E-posta <sup>1</sup>[mustafasekkeli@hotmail.com](mailto:mustafasekkeli@hotmail.com) , <sup>2</sup>[ceyhuny@ksu.edu.tr](mailto:ceyhuny@ksu.edu.tr) , <sup>3</sup>[ozcalik@yahoo.com](mailto:ozcalik@yahoo.com)

*Anahtar sözcükler:dc-dc konvertör, bulanık mantık , pi kontrol*

## ABSTRACT

DC-DC converters provide efficient conversion of DC voltage from one level to another. One of the switched mode converters is buck converter that takes input from a higher voltage level, converts it to a lower voltage level. In this paper, fuzzy logic and linear IP control algorithm is proposed to achieve the best possible dynamic performance for DC-to-DC buck converters. These systems have a nonlinear dynamic behavior, as they work in switch-mode. these two alternative methods for the control is evaluated by means of Matlap computer simulations of these models for reference output, load regulation and line regulation. The system to be controlled, fuzzy controllers are capable of good performances even for those systems where linear control techniques of IP . Simulation results show that the fuzzy logic controlled method produces much better dynamic performance than a conventional current mode PI controller.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde sanayinin hızla gelişmesi ile birlikte kontrol edilebilir elektrik gücüne ve bu gücün işlendiği Güç Elektroniği Devrelerine olan gereksinim hızla artmıştır. AA/DA Motor Hız Kontrol Üniteleri, Kesintisiz Güç Kaynakları, Akü Şarj Üniteleri, Anahtarlama Modlu AA/DA Güç Kaynakları, Statik Gerilim Regülatörleri gibi cihazlar, besledikleri yükün ihtiyacı olan elektrik gücünü sağlayan önemli endüstriyel güç elektroniği uygulamalarıdır. [1]

Çeşitli elektronik cihazların kullanımında değişik dc gerilim seviyelerine ihtiyaç vardır. Doğru gerilim elde edilirken kayıpların minimum olmasına ve geçici rejimlerin olmamasına dikkat edilmelidir.

Muhtelif tüketiciler için gerekli olan doğru akım ve gerilimi sağlayan kaynaklardan biri de anahtarlama modlu çalışan dc-dc konvertörlerdir. Geleneksel doğru

akım güç kaynakları ağır ve pahalı elektronik elemanlar gerektirirken , dc-dc konvertörler yüksek frekanslarda anahtarlanabildiklerinden dolayı daha hafif ve ucuz elemanlar gerektirirler[2].

Böylece günümüzde, hafif , taşınabilir, yüksek performanslı dc –dc akım kaynaklarına olan ihtiyaç, bu konvertörlerin kullanımının gerekliliğini hızla artırmıştır[3].

Dc-dc konvertörler gerilim seviyesini bir değerden başka bir değer getiren ve anahtarlama mantığı ile çalışan elektronik elemanlardır. bu cihazın temel çalışma prensibi bir pasif filtrenin çıkış geriliminin kontrol edilmesi esasına dayanır[4,5].

Çok değişik tiplerde dc-dc konvertör yapılmaktadır. Hepsinin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Bazı konvertörler gerilimi azaltmada bazıları artırmada bazıları ise hem azaltma hem de artırmada kullanılmaktadır.

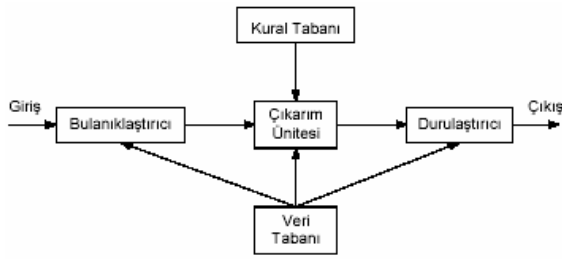
Bu konvertörlerle ilgili çeşitli konfigürasyonlar yapılmıştır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları ise , gerilim azaltıcı ( buck converter ) , gerilim artırıcı ( boost converter ) ve gerilimi azaltıp artıran ( buck-boost converter ) tipleridir [2,3].

Bulanık mantık ile kontrol algoritması dc-dc konvertörleri de içine alan her türlü mühendislik uygulamalarına başarıyla uygulanabilmektedir. Bulanık mantıkla dc-dc konvertörün kontrol edilmesi hem maliyetleri azaltmış hem de daha iyi bir performans sağlamıştır. Dijital teknolojinin ve dijital kontrolün gelişimine paralel olarak, bulanık mantığın güç konvertörlerine uygulanması da orantılı olarak gelişmiştir [6].

lineer ve lineer olmayan dc-dc konvertör kontrolü için çok çeşitli kontrol yöntemleri kullanılmıştır. Örneğin PI kontrol, bulanık mantık kontrol gibi[7]. Bu çalışmada, PI ve bulanık mantıkla kontrol edilen dc-dc konvertörün dinamik performansı matlab ortamında simule edilerek karşılaştırılmıştır .

## 2.BULANIK MANTIK DENETLEYİCİ

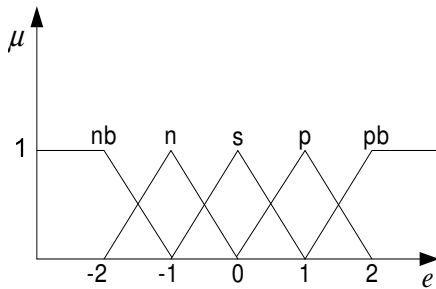
Bulanık mantık denetleyicisi (BMD) ilk kez 1965 yılında ortaya atılan bulanık küme teorisinin önemli bir uygulamasıdır. Bulanık küme kavramını klasik küme kavramından ayıran en önemli özellik sayısal değişkenlerin yerine sözel değişkenlerin kullanılmasıdır. Şekil-1’de bulanık mantık denetleyicisinin temel yapısını gösteren blok diyagram verilmektedir.



Şekil-1 bulanık mantık denetleyicisi

Bulanıklaştırma ünitesi (fuzzifier), sayısal veriler üzerinde ölçek değişikliği yaparak bunu bulanık veriler biçimine dönüştürmektedir. Bu ünite işlevini bulanık kümeleri kullanarak gerçekleştirir. Bulanık kümeler ise üyelik fonksiyonları ile temsil edilmektedir. Uygulamada en sık kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen, sigmoid ve yamuk tipi fonksiyonlar olarak verilmektedir [8].

Şekil-2 de üyelik derecelerinin tespitinde kullanılan üçgen tipi üyelik fonksiyonu verilmiştir. nb, n, s, p, pb ifadeleri sırasıyla dilsel ifadeler olan negatif büyük, negatif, sıfır, pozitif, pozitif büyüğü ifade etmektedir.  $\mu$  üyelik derecesini,  $e$  hata değerini ifade etmektedir.



Şeki-2:Hata değeri için üyelik fonksiyonları.

Bilgi tabanı (knowledge-base) ünitesi, veri tabanı ve kural tabanı olmak üzere iki üniteden oluşmaktadır.

Bilgi tabanı, karar verme biriminin kural tabanında kullandığı bilgileri aldığı veri tabanı (data base) ve denetim amaçlarına uygun dilsel denetim kurallarının bulunduğu kural tabanı (rule base) olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Kurallar kümesi denetim amaçlarını ve denetim stratejisini belirler. Denetimi yapılan sistemle ilgili, bulandırma, bulanık çıkarım, durulama işlemleri sırasında gerek duyulan üyelik işlevi ve kural tablosu bilgileri veri tabanından kullanıma sunulmaktadır. Girişler ve çıkışlar arasındaki bağlantılar, kural tabanındaki kurallar kullanılarak sağlanır.  $e$  ve  $de$  girişler,  $u$  ise çıkış değişkeni olan bir sistem için, EĞER  $e=x$  ve  $de=y$  ise O HALDE  $u=z$ , şeklindeki bir kural  $e$  ve  $de$ 'nin aldığı değerlere göre  $u$  çıkışının bulanık değerini belirlemektedir.Şekil-3 de kural tablosu gösterilmiştir.

de \ e	n	s	p
e	p	p	s
n	p	s	n
s	p	n	n

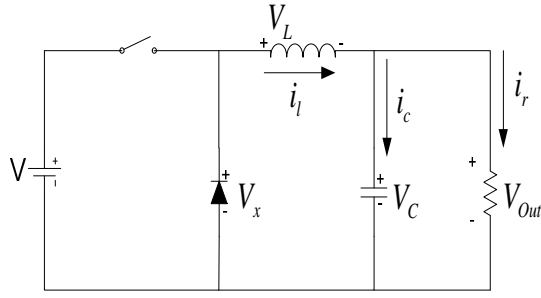
Şekil-3 Kural tablosu.

Durulama Birimi (Defuzzyfication) ,Bulanık çıkarımın sonucu bulanık bir kümedir. Bu sonucun tekrar sisteme uygulanması için giriş değeri gibi bir sayısal değere dönüştürülmesi gerekir. Bu işlem durulama olarak adlandırılır. Durulama birimi karar verme biriminden gelen bulanık bir bilgiden bulanık olmayan ve uygulamada kullanılacak gerçek değer elde edilmesini sağlar. Durulama işleminde değişik yöntemler esas alınmaktadır. Önce her kural için üyelik derecelerini ifade eden değer ve sonuç kural tespit edilir. Daha sonra en uygun yöntem seçilerek durulama yapılır.Ağırlık merkezi veya alan merkezi olarak da bilinen bu yöntem en yaygın kullanılan durulama yöntemidir

Bulanık mantık yaklaşımı halen önemini korumakta, yapay zeka konusunun ana başlıklarından biri olarak kabul edilmektedir. Günümüzde bulanık mantık ekonomi, biyomedikal, çevre mühendisliği gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Mamdani tipi bulanık mantık kullanılmıştır[8,9].

## 3.AZALTAN DC-DC KONVERTÖR MODELİ VE T- DOMENİ ANALİZİ

Anahtarlamalı modlu dc-dc konvertörler çok geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Bunlar bilgisayar beslemesi ,Doğru akım motor sürücü devresi , aktif filtre vs. darbe genişlik modülü ( puls with modulation) bu konvertörlerin regülasyon temelini oluşturur. Genel bir azaltıcı (buck converter) devresi şekil-4 de gösterilmiştir[5].



Şekil-4 Gerilim azaltan dc-dc konvertör devresi

Gerilim azaltan konvertör temel olarak 4 elemandan oluşur. Bunlar anahtarlama ünitesi , diyod , bobin L ve çıkışta kullanılan C kondansatördür.

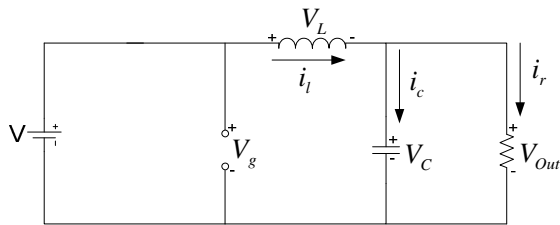
Kontrol devresi çıkıştaki gerilimi kontrol eder. Mosfetin on ve off modlarına göre anahtarlanmasını sağlayarak çıkış gerilimini referansa gerilim değerine getirmeye çalışır.Eğer anahtar açık durumda ise akım giriş kaynaktan mosfet , bobin üzerinden C kapasitesine ve yüke doğru akar. Bu arada bobin manyetik alandan dolayı bir miktar enerjiyi depolar. Aynı zamanda bobin üzerinde bir gerilim düşümü meydana gelir.

Eğer anahtar kapatılırsa , bobindeki ani değişen elektromotor kuvvet (EMF) sayesinde akımda herhangi bir düşme meydana gelmez ve yük akımı D1 diyodu üzerinden beslenir. Böylece yük uçlarında giriş geriliminin bir kısmı sürekli ve regüleli olarak elde edilmiş olur.

Aşağıda azaltıcı konvertör devresinin anahtarın kapalı ve açık olması durumlarına göre elde edilen devrelerin t-domeni ( zaman domeni) analizi yapılarak durum denklemleri elde edilmiştir.

1-Anahtarın açık olması durumu;

Şekil -5 de gerilim azaltıcı konvertör devresinin anahtarının açık olması durumuna ilişkin elde edilen devre gösterilmiştir.



Şekil-5 Anahtarın açık olması durumuna ilişkin devre

Bobin akımı  $i_L$  ve çıkış kapasite gerilimi  $v_C$  durum değişkeni olarak alınmıştır.Buna göre devreye ilişkin durum denklemleri aşağıdaki gibi elde edilir ;

$$V_g = L \frac{di_L}{dt} + V_C \quad (1)$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_g}{L} - \frac{V_C}{L} \quad (2)$$

denklem düzenlenirse;

$$\frac{di_L}{dt} = -\frac{V_C}{L} + \frac{V_g}{L} \quad (3)$$

$$i_C = C \cdot \frac{dV_C}{dt} \quad (4)$$

$$i_C = i_L - i_R \quad (5)$$

$$\frac{dV_C}{dt} = \frac{i_L}{C} - \frac{i_R}{C} \quad (6)$$

$$\frac{dV_C}{dt} = \frac{i_L}{C} - \frac{V_C}{RC} \quad (7)$$

$i_L = x_1$ ,  $V_C = x_2$  değerleri  $x_1$  ve  $x_2$  olarak tanımlanırsa;

$$\dot{x}_1 = -\frac{x_2}{L} + \frac{V_g}{L} \quad (8)$$

$$\dot{x}_2 = \frac{x_1}{C} - \frac{x_2}{RC} \quad (9)$$

Devreye ilişkin durum denklemleri elde edilir.Tablo-1 de konvertör devresine ilişkin devre elemanlarının değerleri verilmiştir. Bu değerler denklem (8) ve (9) da ki durum denklemlerinde yerlerine yazılırsa;

$$\dot{x}_1 = -\frac{x_2}{0.03} + \frac{50}{0.03} \quad (10)$$

$$\dot{x}_2 = \frac{x_1}{0.0001} - \frac{x_2}{5 * 0.0001} \quad (11)$$

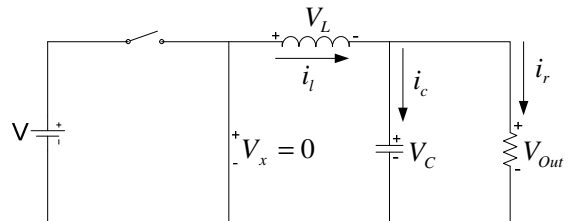
denklemler elde edilir.

Tablo-1 dc-dc konverter devresi eleman değerleri

R(ohm)	L (H)	C(F)	F(kHz.)	V(volt)
5	0,003	0,0001	1	50

2- anahtarın kapalı olması durumu;

Şekil-6 de Gerilim azaltıcı konvertör devresinin anahtarının kapalı olması durumuna ilişkin elde edilen devre gösterilmiştir.



Şekil-6 Anahtarın kapalı olmasına ilişkin devre

Burada da durum değişkenleri olarak bobin akımı  $i_L$  ve çıkış kapasite gerilimi  $v_c$  alınmıştır. Aynı şekilde devrenin durum denklemlerini elde etmek için devre denklemleri yazılırsa ;

$$0 = V_L + V_C \quad (12)$$

$$0 = L \frac{di_L}{dt} + V_C \quad (13)$$

$$\frac{di_L}{dt} = -\frac{V_C}{L} \quad (14)$$

$$i_C = C \frac{dV_C}{dt} \quad (15)$$

$$i_C = i_L - i_R \quad (16)$$

$$i_R = \frac{V_C}{R} \quad (17)$$

$$C \frac{dV_C}{dt} = i_L - \frac{V_C}{R} \quad (18)$$

$$\frac{dV_C}{dt} = \frac{i_L}{C} - \frac{V_C}{RC} \quad (19)$$

$i_L = x_1$ ,  $V_C = x_2$  olarak tanımlanırsa;

$$\dot{x}_1 = -\frac{x_2}{L} \quad (20)$$

$$\dot{x}_2 = \frac{x_1}{C} - \frac{x_2}{RC} \quad (21)$$

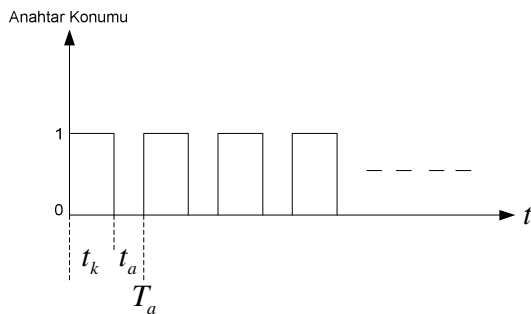
Tablo-1 deki R,L,C değerleri aynı şekilde (20) ve (21) denklemlerinde yerlerine yazılırsa;

$$\dot{x}_1 = -\frac{x_2}{0.03} \quad (22)$$

$$\dot{x}_2 = \frac{x_1}{0.0001} - \frac{x_2}{5 * 0.0001} \quad (23)$$

devreye ilişkin durum denklemleri elde edilir.

Sistemin anahtarlama frekansı 1 khz. olarak alınmıştır. Şekil-7 de anahtarın kapalı ve açık olması durumlarına göre anahtarlama frekans değerleri gösterilmiştir.



Şekil-7 anahtarın açık ve kapalı durumlarındaki periyot

$$f_a = \frac{1}{T_a} = 1kHz \quad (24)$$

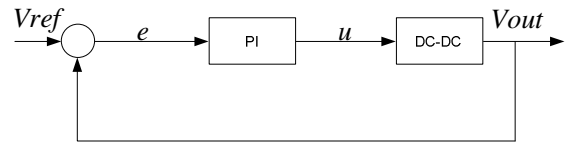
$t_k$  = Anahtarın kapalı olma süresi.

$t_a$  = Anahtarın açık olma süresi.

#### 4. SİSTEMİN KONTROL MODELİNİN OLUŞTURULMASI

Dc-dc konverteör devresi ayrı ayrı olarak hem PI hemde Bulanık Mantık Denetleyici ile kontrol edilmiştir.kontrol modelleri aşağıda verilmiştir.

1- PI -tipi kontrol devresi(PI denetleyici)



Şekil-8 PI tipi denetleyici blok diyagramı

Şekil- 8 da klasik PI denetleyici ile kontrol blok diyagramı verilmiştir. Dc-dc konvertör devresi çıkış gerilimi girişteki referans gerilime göre , PI tipi denetleyici ile kontrol edilmiştir. Devreye ilişkin ayrık zamanlı denklemler aşağıdaki gibidir.

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt \quad (25)$$

denklemin her iki tarafının zamana göre türevi alınırsa;

$$\frac{du(t)}{dt} = K_p \frac{de(t)}{dt} + K_i e(t) \quad (26)$$

(26) denklemin k- domeninde tanımlanırsa;

$$\frac{u(k) - u(k-1)}{T_s} = K_p \left[ \frac{e(k) - e(k-1)}{T_s} \right] + K_i e(k) T_s \quad (27)$$

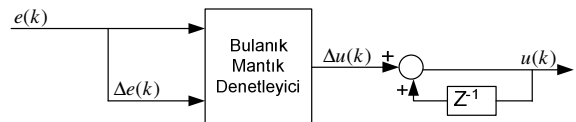
$$u(k) = u(k-1) + K_p [e(k) - e(k-1)] + K_i e(k) T_s \quad (28)$$

kontrol devresine ilişkin denklemler elde edilir.

Burada  $T_s$  :Örnekleme zamanıdır.

2- Bulanık mantık kontrol sisteminin oluşturulması

Dc-dc konvertör devresine ilişkin bulanık mantık denetleyici kontrol blok diyagramı şekil-9 da gösterilmiştir.



Şekil-9 Bulanık Mantık Denetleyici blok diyagramı.

Blok diyagramın a ilişkin ayrık zamanlı denklemler aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$e(k) = V_{Re\ ferans}(k) - V_{Gerçek}(k) \quad (29)$$

$$\Delta e(k) = e(k) - e(k-1) \quad (30)$$

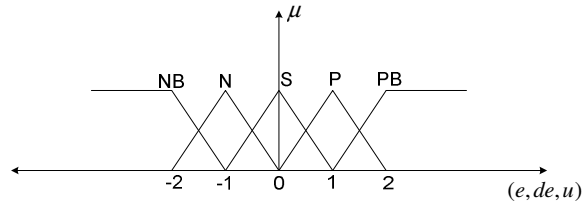
$$u(k) = \Delta u(k) + u(k-1) \quad (31)$$

Bulanık mantık denetleyicisine ilişkin kural tablosu tablo-2 de gösterilmiştir.

Tablo-2 Bulanık Mantık Denetimi için kuarl tablosu

		$\Delta e(k)$				
		NB	N	S	P	PB
$e(k)$	NB	-2	-2	-2	-1	0
	N	-2	-2	-1	0	1
	S	-2	-1	0	1	2
	P	-1	0	1	2	2
	PB	0	1	2	2	2

Tablo-2 deki katsayılar çıkış üyelik fonksiyonlarının merkez değerlerini işaret etmektedir. Çıkış üyelik fonksiyonlarının gerçek merkez değerleri tablo-2 deki değerler ile  $1,7 \cdot 10^{-4}$  sayısının çarpımı ile elde edilir. Şekil -10 da bulanık mantık denetimine ilişkin üyelik fonksiyonları üçgen olarak verilmiştir.

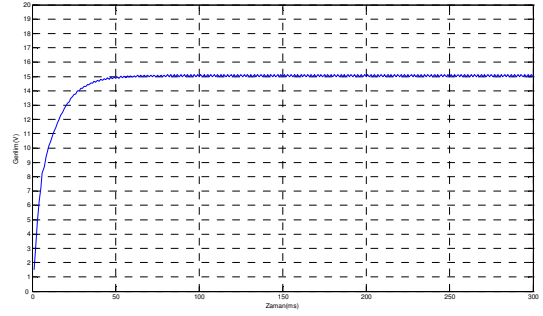


Şekil-10 Bulanık mantık denetimi üyelik fonksiyonları

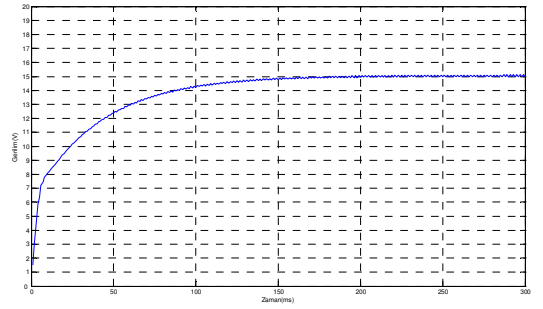
Hata, hata değişimi ve kontrol işaretlerinin (e,de,u) her biri için üçgen tipi beşer adet üyelik fonksiyonu tanımlanmıştır. Bu üç parametre için üyelik fonksiyonlarının merkezleri genel anlamda -2,-1,0,1,2 değerleri ile tanımlanmıştır. e,de ve u için gerçek merkez değerleri şekil-10 daki değerler ile sırasıyla 11,22,11 ve  $1,7 \cdot 10^{-4}$  katsayıları çarpılarak elde edilmiştir.

## 5. KONTROL SİMULASYONU VE SONUÇLARI

Dc-dc konvertör modeline ilişkin Matlab 7.0 programıyla simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada sistemin PI denetleyici ile kontrol çıkışı ve Bulanık Mantıkla denetlenmesine ilişkin gerilim çıkışları hem ayrı ayrı hem de her iki çıkış değeri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir. Şekil-11 ve Şekil-12 de 15 volt çıkış gerilimi için Bulanık Mantık Denetleyicisi ve PI denetleyici çıkışları gösterilmiştir.

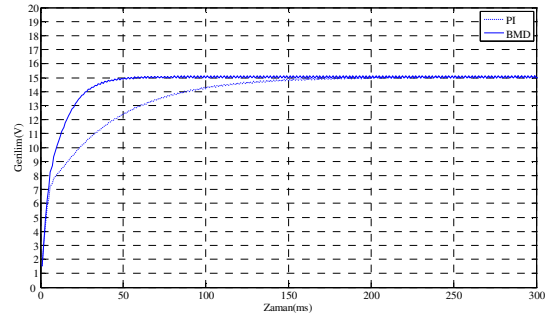


Şekil-11. 15 volt çıkış için bulanık mantık denetleyici çıkışı



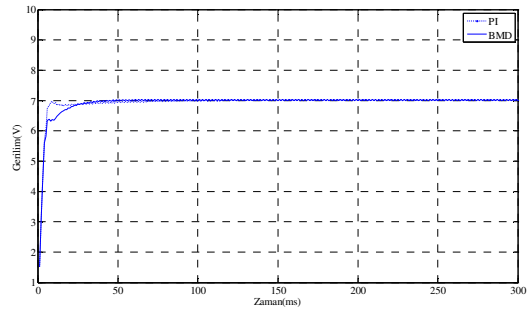
Şekil-12. 15 volt çıkış gerilimi için PI denetleyici çıkışı

Şekil -14 de yine 15 volt gerilim çıkışı için , Bulanık Mantık ve PI denetleyici çıkışları aynı diyagram üzerinde gösterilmiştir.



Şekil-14 . 15 volt çıkış için Bulanık Mantık ve PI denetim çıkışları

Ayrıca Şekil-15 de 7 volt çıkış gerilimi için Bulanık Mantık ve PI denetimli kontrol çıkışlarına ilişkin çıkış gerilim değerleri aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil-15. 7 volt gerilim çıkışı için Bulanık Mantık ve PI denetim çıkış değerleri

Burada sistemin lineer olmayan yapıda olmasından dolayı 7 volt referans değeri için ayarlanan PI katsayıları, 15 volt referans değerine göre iyi neticeler vermektedir. Bulanık Mantık Denetimde ise kontrol stratejisinin kural tabanına dayalı olması ve karar verme yeteneğine sahip olmasından dolayı değişen sistem şartlarında çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

## 6. SONUÇ

Bulanık mantık kontrol yöntemi dc-dc konvertörlere çok kolaylıkla uygulanabilmektedir. Bu çalışmada gerilim azaltan anahtarlama modlu bir dc-dc konvertör denetimi klasik PI ve Bulanık Mantık kontrolü ile ayrı ayrı yapılmıştır. Konvertör devresinin anahtar kapalı ve açık durumları için devre durum denklemleri çıkarılıp, bu denklemler ayrık zamanlı kontrol olarak modellenmiştir. Matlab 7.0 simülasyon programıyla yapılan çalışmalardan elde edilen grafiklerden de görüldüğü gibi, Bulanık Mantık denetiminin, kontrol stratejisinin kural tabanına dayalı olması ve karar verme yeteneğine sahip olmasından dolayı normal şartlarda ve değişen sistem şartlarında PI denetime göre, çok daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Bulanık mantık kontrolü PI kontrole göre daha iyi bir dinamik performans sağlamıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] Vehbi B., Seta B., Metin G., Paralel aktif filtre uygulamalarında adaptif bulanık mantık kontrol yöntemlerinin uygulanması, İTÜ DERGİSİ/D, mühendislik Cilt:4, Sayı:2, 105-115 Nisan 2005
- [2] Pablo C., Gabriel G., Adolfo H., fuzzy gain scheduling control of switch-mode dc/dc converters, IEEE ISIE, - 0-7803-5662-4/99, 1999
- [3] Jose A.R., Gerardo E.P.; Stability of current-mode control for DC-DC power converters SYSTEMS & CONTROL LETTERS p-p113 - 119, 2002
- [4] Chun-F. H., Chia-Y. H., Chao-M. C., Chih-M. L., Self-Learning Fuzzy Control for Boost DC-DC Converters Using an Inexpensive 8-bit microcontroller, Proceedings of 2006, CACS AUTOMATIC CONTROL CONFERENCE St. John's University, Tamsui, Taiwan, Nov. 10-11, 2006
- [5] Calderon A.J., Vinagre, B.M., Feliu V., Fractional order control strategies for power electronic buck converters, Signal Processing, ELSEVIER, 2803-28190165-1684, 2006.
- [6] Alexander G. P., Guang F., Yan-F.L., Sen P.C., A New Design Method for PI-like Fuzzy Logic Controllers for DC-to-DC Converters, 35TH ANNUAL IEEE POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE, Aachen, Germany, 2004

- [7] Alejo D., Maussion P., Faucher J., Multiple model control of a Buck dc/dc converter, MATHEMATICS AND COMPUTERS IN SIMULATION, 249-260, Published by Elsevier, 2004
- [8] İsmail A., Ömer F. B., Bulanık mantık denetimli seri aktif güç filtresi kullanarak harmonik gerilimlerin bastırılması, GAZİ ÜNİV. MÜH. MİM. FAK. DER. Cilt 19, No 2, 205-215, 2004
- [9] Lee, C. C., Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller - Part I-II, IEEE TRANS. SYST., MAN, CYBERN., Vol.20, No.2, 404-418, 1990.

## ÖZGEÇMİŞ

**Mustafa ŞEKKELİ:** 1963 yılında K.Maraş'ta doğdu. İTÜ Elektrik- Elektronik Fakültesi, Elektrik mühendisliği bölümünü 1986 yılında bitirdi. İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği Bölümünde 1989 ve 2004 yıllarında sırasıyla yüksek lisans ve doktora eğitimini tamamladı. KSÜ. Müh.-Mim. Fakültesi, elektrik-elektronik bölümünde halen Öğrt. Gör. olarak çalışmaktadır. Elektrik tesisleri, elektrik makineleri ve optimizasyon konuları üzerinde çalışmaktadır.

**Ceyhan YILDIZ:** 1979 yılında K.Maraş'ta doğdu. M.K.Ü Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik bölümünü 2003 yılında bitirdi. 2004 yılında K.S.Ü Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisansa başladı. 2005 yılından beri aynı üniversitede araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Yapay zeka ve kontrol teknikleri üzerinde çalışmaktadır.

**H. Rıza ÖZÇALIK:** 1950 yılında Silifke'de doğdu. İlk ve orta öğrenimini ilçesinde yaptıktan sonra 1972 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesinden Fizik lisansı diploması aldı. Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde Elektronik mühendisliği tahsili yaptı. 1983 yılından itibaren aynı fakültede Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1987 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde Yüksek Lisans çalışmasını bitirdi. 1991 yılında Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünden Doktor unvanını aldı. 1993 yılında aynı üniversitede Yardımcı Doçent olarak atandı. 1997 yılında Doçent oldu. 1998 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi bünyesinde çalışmaya başladı. Akademik çalışmalarını "Sistem Modelleme ve Kontrol Tekniği" sahalarında yoğunlaştırmıştır.