

## Hidrojen Enerji Sistemleri için Artıran Tip Kıyıcı Yapımı

Onur Özdal MENGİ<sup>1\*</sup>, Büşra YİĞİTDOĞAN<sup>1</sup>, Kenan YANMAZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Giresun, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Giresun, TÜRKİYE

\*Sorumlu Yazar: onur.ozdal.mengi@giresun.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.05.2018

Kabul Tarihi: 30.05.2018

### Özet

Yakıt pilleri genel olarak hidrojenden elektrik enerjisi üreten sistemlerdir. Hava ile yakıtın elektrokimyasal tepkimeye girmesiyle yakıttaki kimyasal enerji direkt olarak elektrik enerjisine dönüştürülür. Hidrojen enerji sistemlerinde kullanılan önemli elemanlardan bir tanesi kıyıcılardır. Eviricilerin daha verimli çalışmaları için iyi tasarlanmış kıyıcılar sistemin daha verimli çalışmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada artıran tip kıyıcı devresi tasarlanmıştır. Hem pratik hem de benzetim çalışmaları yapılarak sonuçlar gösterilmiştir. Analiz programı olarak Pspice programı kullanılmıştır. Artıran tip kıyıcı laboratuvar ortamında gerçekleştirilerek denenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yakıt pili, Artıran tip kıyıcı, Hidrojen enerji sistemleri.

## Boost Chopper Making for Hydrogen Energy Systems

### Abstract

Fuel cells are generally systems that generate electricity from hydrogen. By entering the electrochemical reaction of the fuel with air, the chemical energy in the fuel is directly converted to electric energy. One of the important elements used in hydrogen energy systems is the chopper. For inverters to work more efficiently, well-designed choppers ensure that the system works more efficiently. In this work, boost chopper circuit is designed. Both practical and simulated studies have been carried out and the results have been shown. Pspice program was used as the analysis program. The boost chopper has been tested in laboratory environment.

**Keywords:** Fuel cell, boost chopper, Hydrogen energy systems.

## 1. Giriş

Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde birçok güç kaynağı olmasına ve bu kaynaklardan da istenilen gerilim değerleri alınabilmesine rağmen bazı durumlarda güç kaynağından aldığımız değerler yeterli olmamaktadır. Kullanılan malzemede istenilen değerleri elde etmek için çok sayıda batarya ya da genel olarak güç kaynağı istifleri kullanılmakta ve bu da birtakım problemlere yol açmaktadır. Kimi zaman yeterli alan olmamasına kimi zaman ise ağırlık açısından problemler arz etmektedir. Karşılaşılabilecek bu problemlerin bir çözümü olarak ise DC-DC dönüştürücüler kullanılır. Anahtarlama yapan yani anahtarlanan endüktansların enerjilerine göre çalışan bu sistemler 2 grupta incelenirler.

- Endüktanslı (Temel, izolasyonsuz, tek çıkışlı)
- Transformatörlü (izolasyonlu, tek veya çok çıkışlı)

Endüktanslı dönüştürücülerde yer alan Artıran tip kıyıcı yani yükseltici devreler kullanılmaktadır (Bodur, 2010). Artıran tip kıyıcı devreler bir güç kaynağı çıkışındaki düzensiz gerilimin düzenli bir gerilime dönüşmesinde tercih edilen devrelerdir (Çalışkan ve ark., 2017). Artıran tip kıyıcı devreler yani yükseltici tip DC-DC dönüştürücüler girişe uygulanan gerilimi yükün istediği gerilim değerine yükselten dönüştürücülerdir (Bodur, 2005). Bu devrelerin yapısı basittir ve akımı kesintisiz ilettiği için kullanılması oldukça yaygındır. Artıran tip kıyıcı devreler 2 farklı şekilde olabilmektedir. Bunlardan ilki Senkron Yükselten Tip Dönüştürücüdür. Diğeri ise Diyotlu Yükselten Tip Dönüştürücüdür. DC/DC dönüştürücülerin çıkış gerilimlerinin sürekli ve aynı değerde olması istenir. Elektronik elemanların üzerinde oluşan kayıplar veya gerilimde meydana gelen düşmeler dönüştürücülerin çıkışındaki gücü olumsuz yönde etkiler. Bunun gibi problemlerle karşılaşmamak için dönüştürücü devresinin tasarımı ve kontrolü çok iyi yapılmalıdır. Eğer yüksek verimde bir dönüştürücü tasarlanacaksa diyot yerine anahtarlama elemanları kullanılmalıdır (Küçük ve ark., 2016). Artıran tip kıyıcı devresinde kullanılan UC3843 entegresi piyasada rahatça bulunabilen ve ucuza temin edilebilen genel amaçlı bir PWM SMPS kontrol entegresidir. Mosfet sürme özelliği vardır ancak istenirse transistör de sürülebilir. UC3843 DIP8 ve SMD SO8 kılıfta piyasada rahatlıkla bulunabilen bir entegredir.

Bu çalışmada; yakıt pili sistemler için UC3843 entegresi kullanılarak DC/DC yükselten (artıran tip) devre tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Bu çalışmada 8.8V-42V çevirici devre için tasarlanmıştır. Yapılan bu devrenin PCPISE programı ile benzetim çalışması yapılarak devrenin akım gerilim değerleri alınmıştır.

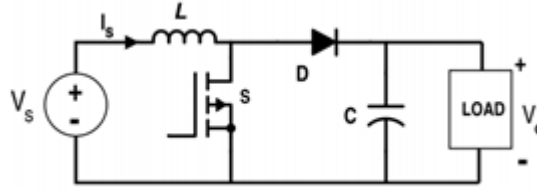
## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Artıran tip DC/DC Dönüştürücü

Artıran tip DC/DC dönüştürücüler Sürekli İletim Modu (CCM) ve Sınır İletim Modu (BCM) olmak üzere 2 grupta incelenir. Genel olarak bir Artıran tip kıyıcı devresi manyatik bir endüktans sayesinde depolanan enerjiyi anahtarlama elamanları sayesinde yüke kontrollü bir şekilde aktaran devrelerdir (Küçük ve ark., 2016). Bu devrelerin amacı ise girişine uygulanan gerilimi daha yüksek gerilimde çıkışa vermesidir. Aşağıda Sürekli İletim Modu ve Sınır İletim Modu daha detaylı incelenmiştir.

#### 2.1.1. Sürekli İletim Modu (CCM)

Sürekli iletim modun da bobinin üzerinden geçen akım hiçbir zaman sıfıra ulaşmaz. Bobinin üstündeki akı sürekli ve bobinin üstünde akı ve akım varken anahtarlama yapılır. (Akyazı, 2018; Akyazı, 2017). Şekil 1’de görülen artıran tip kıyıcı devresini incelemek için anahtarın iletimde ve kesimde olduğu durumlar göz önüne alınmak zorundadır (Kazan, 2012; Gürdal, 2008).



Şekil 1. Artıran tip kıyıcı devresi.

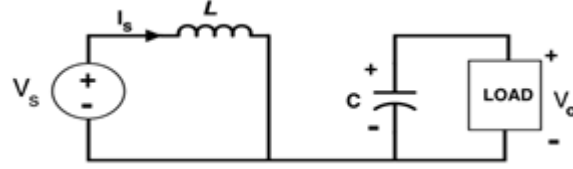
Şekil 2’ de gösterilen anahtarın iletimde olduğu artıran tip kıyıcı devresinin denklemleri aşağıda ifade edildiği gibidir;

$$V_s = V_L$$

$$L_x \frac{d_i}{d_t} = V_s$$

$$\frac{d_i}{d_t} = \text{sabit}$$

(1)



Şekil 2. Anahtar iletimde.

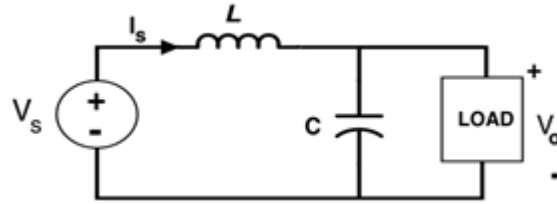
Şekil 3’de gösterilen anahtarın kesimde olduğu Artıran tip kıyıcı Devresinin denklemleri aşağıda ifade edildiği gibidir;

$$V_s = V_L + V_C$$

$$L \frac{di}{dt} = V_s - V_C$$

(2)

$$\frac{di}{dt} = \frac{V_s - V_C}{L}$$



Şekil 3. Anahtar kesimde.

Akım değeri artarken;

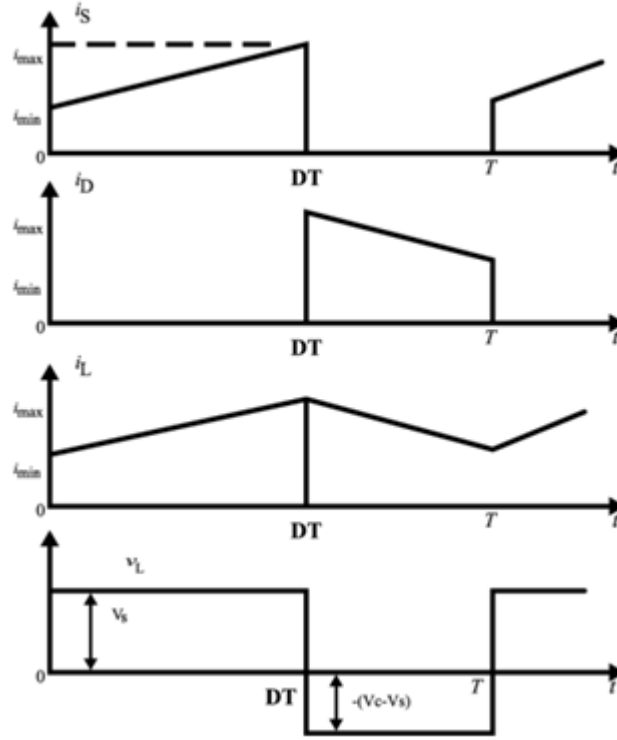
$$I_{max} - I_{min} = \frac{V_s}{L} DT$$

(3)

Akım değeri azalırken;

$$I_{max} - I_{min} = \frac{V_s - V_C}{L} (1 - D)T$$

(4)



Şekil 4. Kaynak Akımı, Diyot Akımı, Bobin Akımı, Bobin Gerilimi.

İndüktör gerilimi denge durumunda iken;

$$V_s DT = (V_s - V_c)(1 - D)T \quad (5)$$

$$V_c = \frac{V_s}{1-D} \quad (6)$$

$$\frac{V_0}{V_s} = \frac{1}{1-D} \quad (7)$$

Ortalama bobin akımı;

$$\frac{I_{max} + I_{min}}{2} \quad (8)$$

Giriş gücü;

$$P_{giriş} = \frac{I_{max} + I_{min}}{2} V_s \quad (9)$$

Çıkış gücü;

$$P_{çıkış} = \frac{V_0^2}{R} = \frac{V_s^2}{(1-D)^2 R} \quad (10)$$

Anahtarlama kaybının olmadığını düşünürsek;

$$P_{giriş} = P_{çıkış} \quad (11)$$

$$I_{max} + I_{min} = 2 \frac{V_s}{(1-D)^2 R} \quad (12)$$

(4) ve (12) denklemlerinden yola çıkılıp işlem yapıldığında;

$$I_{min} = \frac{V_s}{(1-D)^2 R} - \frac{V_s}{2L} DT \quad (13)$$

$$I_{max} = \frac{V_s}{(1-D)^2 R} + \frac{V_s}{2L} DT \quad (14)$$

CCM mod için,  $I_{min} = 0$

$$L_{min} = \frac{(1-D)^2 D}{2} RT \quad (15)$$

Kapasitör üzerindeki voltaj dalgalanma miktarı;

$$\Delta V_C = \frac{\Delta Q}{C} \quad (16)$$

Anahtar iletimdeyken kapasitörün şarj durumu;

$$\Delta V_C = \Delta V_0 = DT \frac{V_0}{RC} \quad (17)$$

$$\Delta V_C = \Delta V_0 = \frac{DTV_s}{(1-D)RC} \quad (18)$$

### 2.1.2. Sınır İletim Modu (BCM)

Bu modda kontrol entegresi bobin üstündeki akımı gözlemler ve akım sıfır olduğu zaman anahtarlama işlemi yapar.

$$V_s DT + (V_s - V_0)(1 - D)T = 0 \quad (19)$$

Her iki taraf T'ye bölünürse;

$$\frac{V_0}{V_d} = \frac{T}{(1-D)T} = \frac{1}{1-D} \quad (20)$$

elde edilir.

Devre kayıpsız kabul edilirse;

$$P_{giriş} = P_{çıkış} \quad (21)$$

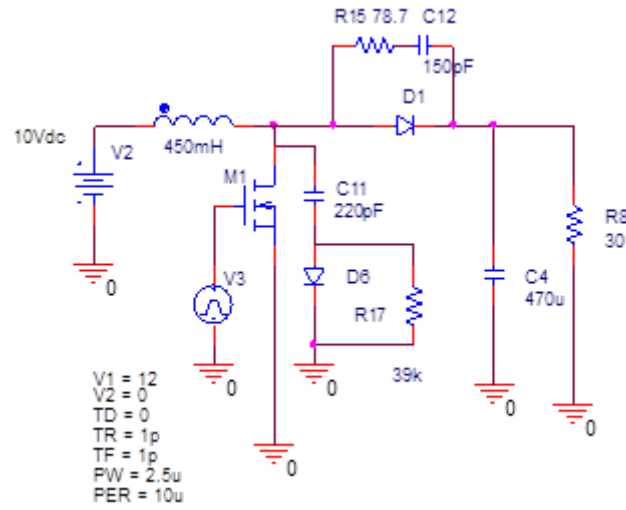
$$V_d I_d = V_0 I_0 \quad (22)$$

$$\frac{I_0}{I_d} = 1 - D \quad (23)$$

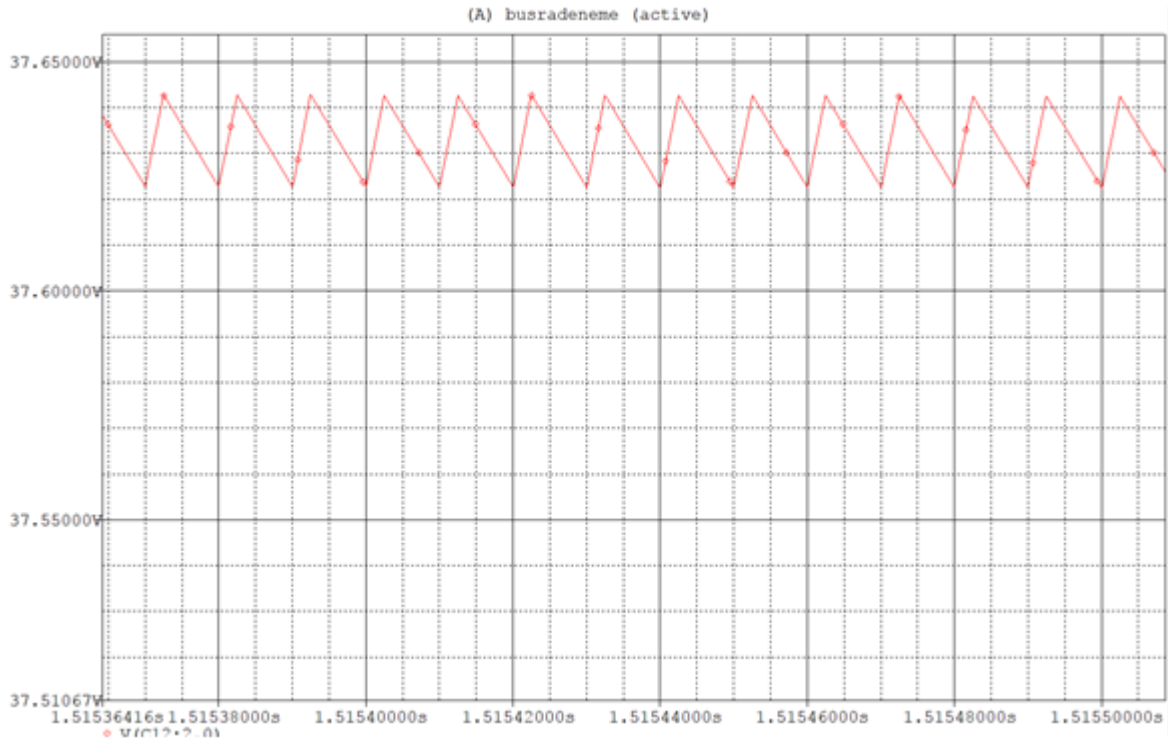
elde edilir.

### 3. Sonuçlar ve Tartışma

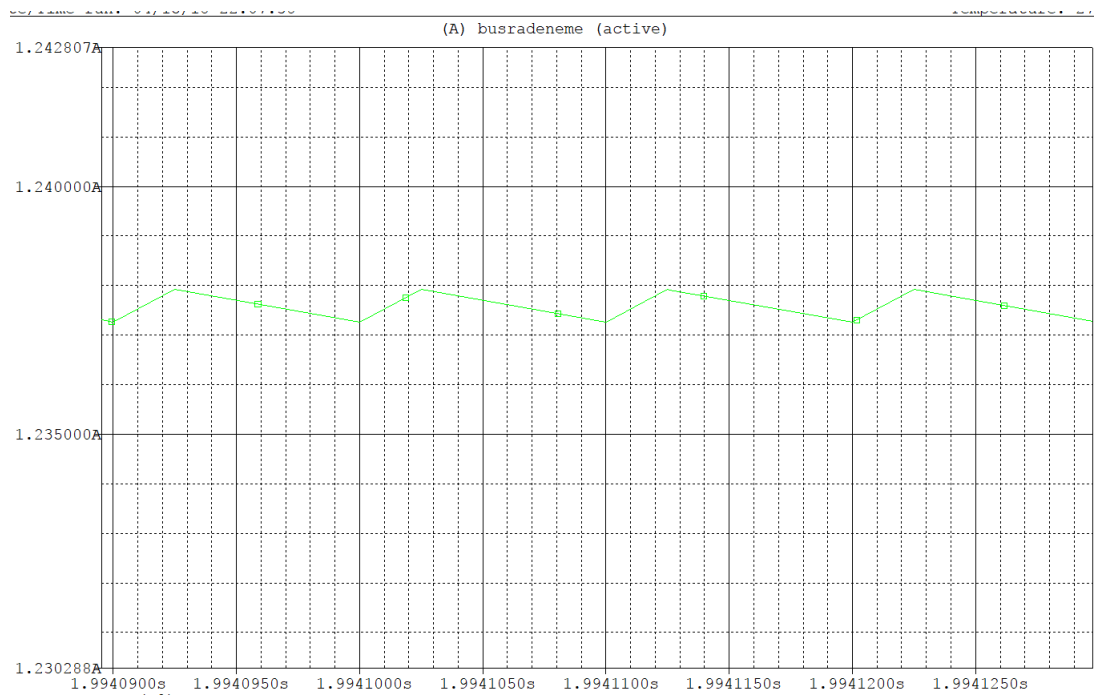
Tasarlanan artıran tip kıyıcı devresinin Pspice modeli Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5. Artıran tip kıyıcının Pspice modeli.

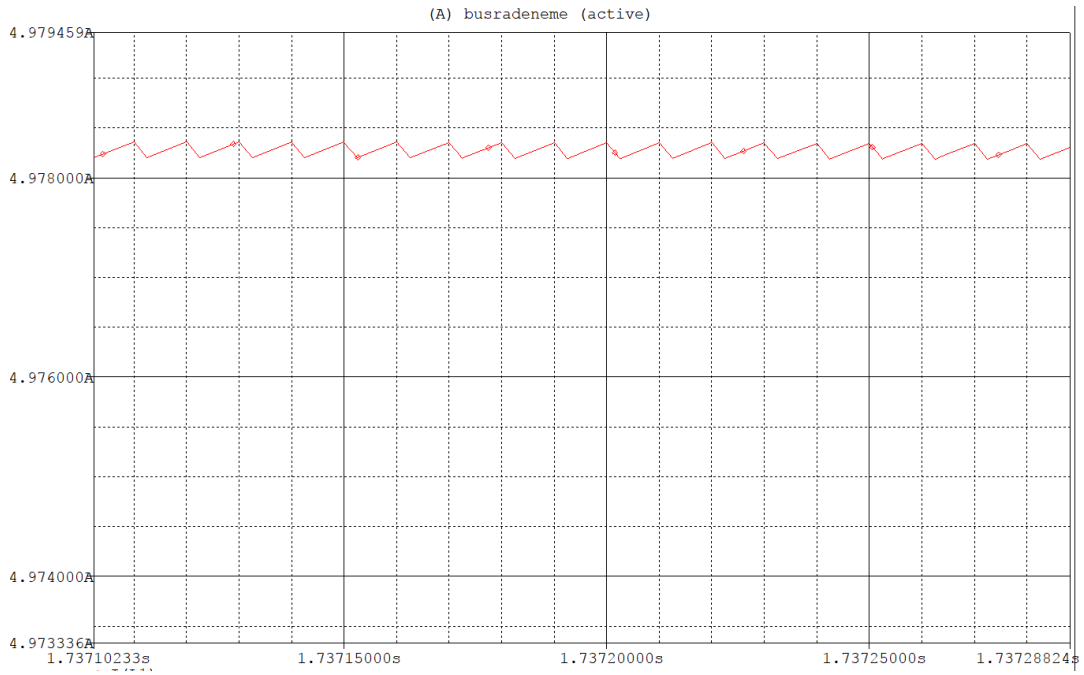


Şekil 6. Çıkış Gerilimi.

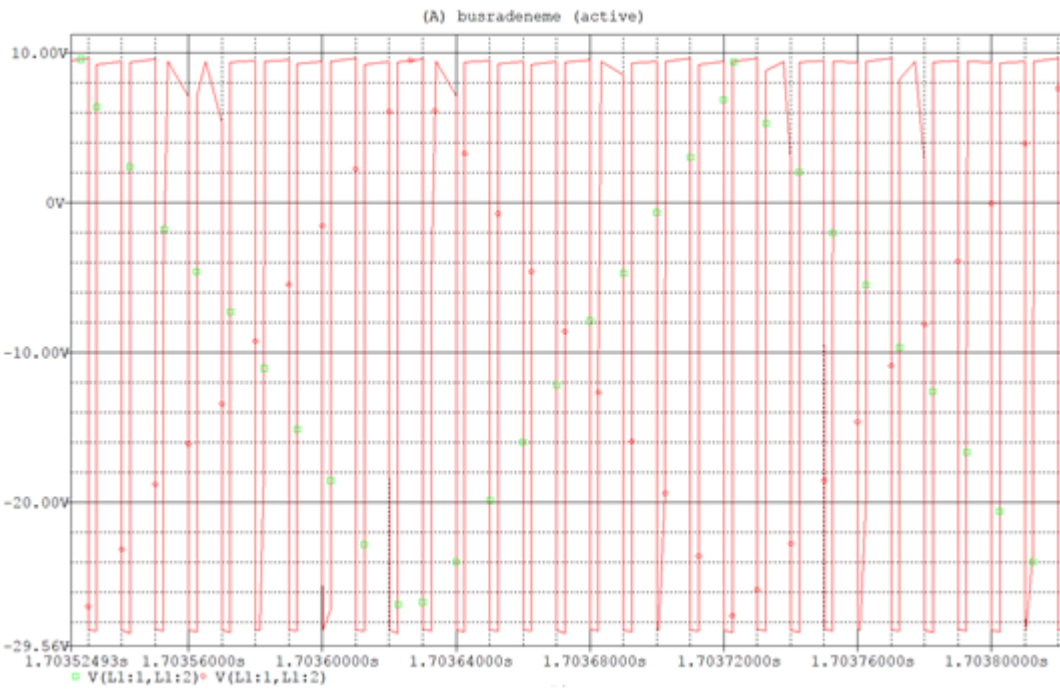


Şekil 7. Çıkış Akımı.



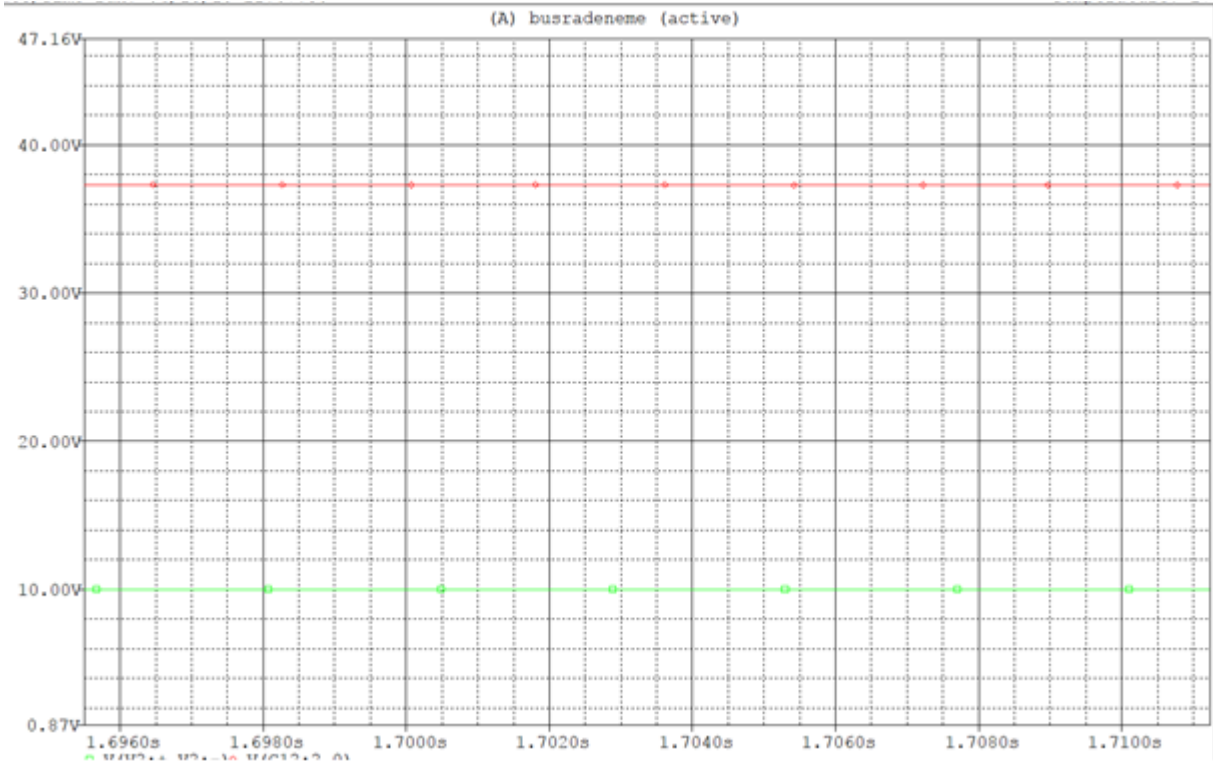


Şekil 8. Bobin Akımı.



Şekil 9. Bobin Gerilimi.

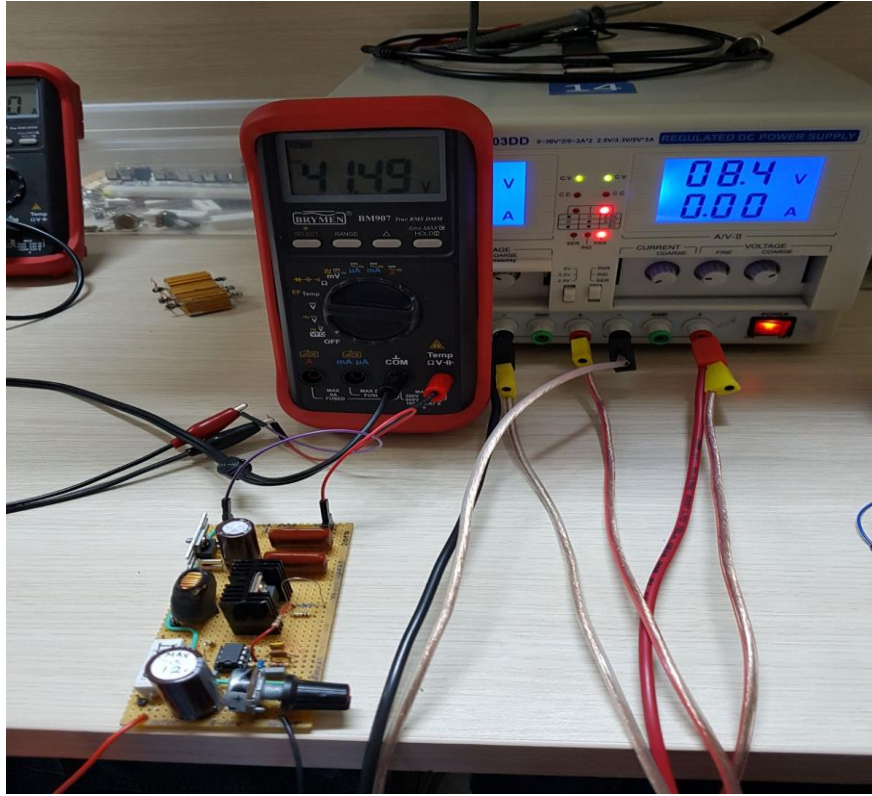
Şekil 9’da bobin gerilimi için yapılan benzetim çalışmasında 2 saniyede ve adım aralığı automatic olarak yapıldığı için bazı noktalardaki dalga şekli bozuk görülmektedir.



Şekil 10. Devrenin Giriş ve Çıkış Gerilimi.

Şekil 11’de yeşil dalga devrenin giriş gerilimini, kırmızı dalga ise devrenin çıkış gerilimini vermektedir. Benzetim çalışmasında da görüleceği üzere devrenin yükseltme oranı yaklaşık olarak 3.7 katıdır.

Yapılan bu uygulamalı çalışmada kaynak olarak yakıt pilleri kullanılmıştır. Kurulan Artıran tip kısıyıcı devresi boşta iken giriş gerilimi 8.8V- 10V arasına ayarlandığında, ayarlı direnç maksimum seviyeye getirildiği zaman çıkış gerilimi yaklaşık olarak 41,46 V elde edilir. Bu durumda 4.71 kat gerilim yükselme vardır. Yük yaklaşık olarak  $51\Omega$ ’dur. Giriş gerilimi 8.8 V, giriş akımı da 0.96 A’dir. Çıkış gerilimi 41,46 V, çıkış akımı ise 0.58 A’dir. Bu durumda çıkış gücü yaklaşık olarak 24 W’tır.



Şekil 11. Deneysel sistem.

### Teşekkür

Bu çalışma, Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından 2016 yılında kabul edilen ve başlanan “Hidrojen Enerji Sistemleri için Kıyıcı Yapımı” isimli FEN-BAP-A-101016-136 numaralı proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı BAP birimine teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Akyazı, Ö., (2018). GA-Based Fuzzy Logic Controller with Booster Type DC-DC Converter. *Technological Applied Sciences*, 13(1),34-43.
- Aktazi, Ö., (2017), SPO Based Fuzzy Logic Control Design for A DC/DC Boost Converter, *Mugla Journal of Science and Technology*, 1, 58-63.
- Bodur, H., (2010). *Güç Elektroniği*. İstanbul: Birsen Yayıncılık.
- Bodur, H., Aksoy, İ., ve Bakan, A.F., (2005). PWM DC-DC Dönüştürücülerde ZVT ve ZCT Tekniklerine Genel Bir Bakış. *Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 11. Ulusal Kongresi*, İstanbul, 390-393.
- Çalışkan A. Ünal S., Orhan A., (2017). Buck-Boost Dönüştürücü Tasarımı, Modellenmesi ve Kontrolü. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(2), 265-268.
- Gürdal, O., (2008) *Güç Elektroniği*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Kazan, S., (2012). *Boost Dönüştürücü Kullanılarak Elektrikli Araçlarda Kullanılan Bataryalar için Şarj Ünitesi Tasarımı*. Lisans bitirme tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Küçük, T.V., Özbay, H., Cantaş, Y., Karabacak, M. ve Kale, M., (2016). Yüksek Frekans DA/DA Senkron Yükselten Dönüştürücü Tasarımı, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(2), 772-781.