

Yakıt Pili ile Çalışan Elektrikli Bir Aracın Güç, Sıcaklık, Bağlı Nem ve Hızının Anlık Olarak İzlenmesi ve Kontrolü

Serkan AYDIN¹, Ramazan GÜMÜŞ², İsmail Hakkı AKÇAY³

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Isparta

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği, Isparta

³ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Isparta

Özet - Son yıllarda alternatif enerji kaynakları, elektronik ve yazılım alanında yaşanan gelişmeler, otomotiv endüstrisinin büyük bir bölümünü etkilemeye başlamıştır. Başlangıçta elektronik ve yazılım tabanlı sistemlerin araçlar üzerinde kullanılması ve bunların sağladığı olumlu sonuçlar, bu sistemlerin otomobiller üzerinde kullanımının yaygınlaşmasına neden olmuştur. Özellikle, günümüzde otomobil üreticileri; sürüş güvenliği, yakıt tüketimi, çevresel etkileri azaltması vb. gibi nedenlerle mikrobilgisayar tabanlı sistemleri araçlarında kullanmayı tercih etmektedir. Bu gelişmelere paralel olarak yakıt pili destekli araçlar üretilmeye başlanmıştır. Bunun nedeni elektronik ve yazılım alanındaki gelişmelerin bize daha verimli yakıt pilleri üretilmesine olanak sağlamasıdır. Yakıt pilinin mekanik konfigürasyonun dahi elektronik olarak kontrol edilebilmesi esneklik sağlamaktadır. Bu çalışmada yakıt pili destekli bir aracın veri toplama ve kontrol tanımlamalarının açık kaynak kod kullanılarak programlanan Arduino Uno kontrol kartı ile tasarımı ve örnekleri açıklanmaktadır. Burada elde edilen sıcaklık, bağlı nem, hız gibi aracın temel fonksiyon verileridir.

Anahtar Kelimeler: Yakıt pili, elektrikli araç, sıcaklık, bağlı nem, hız, mikrodenetleyici

Real Time Monitoring and Controlling of Fuel Cell-Powered Electric Vehicle' s Power Consumption, Temperature, Relative Humidity and Speed Values

Abstract - Recent years, innovations on alternative energy resources, electronics and software, started to affect huge part of automotive industry. First uses of electronics and software on automotive industry and it's positive results triggered the automotive manufacturers to produce electronics based systems. Especially, nowadays many car manufacturer prefer microcomputer based systems on their products to improve driving safety, fuel consumption, and reducing the environmental affects. To the parallel of these innovations fuelcell driven cars are being started to be manufactured. Because, innovations on electronics and software showed us how to produce efficient fuelcell that is integrated to vehicles. All the data and the mechanical configuration of the fuelcells depend on microcomputer based controllers. In this papaer, fuelcell driven car's data acquisition system and control definitions are made on open source Arduino Uno microcontroller board. Reading Temperature, relative humidity and speed are basic requirements of the car.

Keywords: Fuel cell, EV, temperature, relative humidity, speed, microcontroller

1. Giriş

Yirminci yüzyılın başlarında dünya nüfusunun artışına paralel olarak elektrik enerjisi ihtiyacı artmıştır. Bu sebeple çevreye duyarlı kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine yüksek verimlerde dönüştürecek yakıt hücrelerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalara hız verilmiştir (Kaytakoğlu ve Akçalın, 2002).

Yakıt pilleri, taşıt ve güç istasyonları uygulamalarında gelecekte çok önemli kullanım alanına ve enerji sektöründe büyük bir paya sahip olacaktır (Yıldızbilir, 2006). Yakıt pillerinin geliştirilme sebebi uzay araçları olmasına rağmen, gürültüsüz, yüksek verimli ve çevreye duyarlı bir güç kaynağı olarak otomobil sektöründe de kullanılmaya başlanmıştır. Yakıt pilleri kimyasal

enerji - elektrik enerjisi dönüşümü yapabilen güç kaynaklarıdır (Karamolla ve Doğan, 2006). Saf hidrojen kullanıldığında yakıt hücresinde sadece su üretilerek elektrik enerjisi üretiminin neden olduğu tüm emisyonlar önlenir (Kaytakoğlu ve Akçalın, 2002).

Yakıt pilleri, elektrotlar ve elektrotların ortasında bulunan bir iletken elektrolit sayesinde hidrojen ve oksijen gazlarının elektro - kimyasal birleşimini sağlayan bir enerji dönüştürücüsüdür. Yakıt pilinin anot ucuna hidrojen katot ucuna ise oksijen verilmesiyle, hidrojen katalizator yardımıyla proton ve elektron iyonlarına ayrılır. Proton elektrolitin içerisinden geçer, elektronsa ayrı bir akım oluşturarak yakıt pilinin çalışması sağlanır (Bedir ve Alniak, 2004).

Yakıt pilinde elde edilen enerji miktarı, yan yana gelen metal plakaların seri bağlanması ile elde edilir. Her bir plaka yaklaşık olarak 1.2 V'luk enerji sağlamaktadır (Nexa™, 2003). Bu plakaların verdikleri enerji ise üretici firmalara göre değişmektedir. Fakat yakıt pillerinde elde edilen enerji, oksijen ve hidrojenin belirli oranlarda elektronik kontrol ile gerçekleştirilmektedir. Yakıt pili üzerine yerleştirilen sensörler, sistemde oksijen ve hidrojen yoğunluğunun kontrol edilmesini sağlamaktadır.

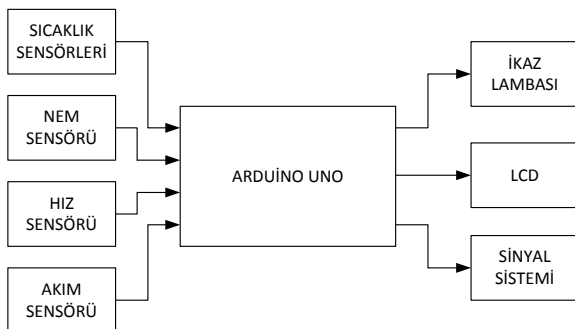
Yakıt pillerinin ve yakıt pillerine hidrojen sağlayan tüplerin sağlıklı çalışabilmesi için belirli sıcaklık ve nem değerleri bulunmaktadır. Bu değerler aşıldığında yakıt pili ve tüplerinin çalışması tehlikeye girmektedir. Bu nedenle yakıt pilinin ve özellikle hidrojen tüplerinin sıcaklık ve nem değerleri sürekli kontrol altında tutulmalıdır.

Günümüzde birçok elektrikli araç teknolojisi ve elektronik geliştirme platformları kullanılmaktadır.

Bu çalışmada yakıt pilli elektrikli bir aracın açık kaynaklı bir geliştirme platformu olan Arduino ile veri işlemesi gerçekleştirilmiştir. Arduino platformu, sensörlerden gelen verileri işleyip, pinlerine bağlı motor, röle, lcd ekran veya led gibi çevre birimlerini yönetebilen bir mikrodenetleyici sistemdir (Kahriman, 2013).

2. Materyal ve Metod

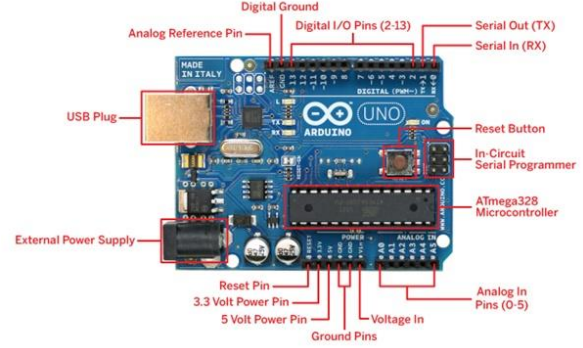
Bu çalışmada, yakıt pili kullanılan elektrikli bir araçta Arduino UNO Rev.3 kartı kullanılarak, aracın hızı, yakıtpili çıkışının akım ve gerilimi, aracın önemli bölgelerinin sıcaklık ve nem değerlerinin ölçümü gerçekleştirilmiş, ayrıca araç sinyalleri ve acil durdurma butonlarının kontrolü sağlanmıştır. Uygulamanın kontrolü sağlanırken Şekil 1'de verilen blok şeması kullanılmıştır.



Şekil1. Uygulamanın Blok Şeması

Kullanılan Arduino UNO Rev.3 kartında ATmega328 mikrodenetleyici kullanılmış olup

kartın 14 Dijital I/O Pini (6 PWM pini) 6 ADC giriş pini bulunmaktadır. 16 MHz çalışma frekansına, 32 KB Flash hafızasına sahiptir. Şekil 2 de Arduino Uno Rev.3 kartının pin konfigürasyonu gösterilmektedir (arduino.cc, 2013).



Şekil 2. Arduino Uno Rev.3 kartı(arduino.cc,2013)

Aracın dönüşler ve şerit değiştirmelerinde kullanılacak olan sinyal lambalarının kontrolü Arduino UNO Rev.3 kartı üzerinden sinyal lambalarına gönderilerek sinyal süreleri istenilen sürede ayarlanmış, bunun için ayrıca bir röle devresine gerek kalmamıştır. Dijital çıkışlardan bir pin sağ sinyal, bir pin ise sol sinyal lambasına ayrılmıştır, Yine dijital çıkışlardan bir pin sol sinyali ve bir pin ise sağ sinyali kontrol eden anahtarlar için kullanılmıştır. Şekil 3 üzerinde sinyalizasyon ile ilgili kodlar belirtilmiştir.

```
////////SAĞ SİNYAL//////////  
void sagsinyall()  
{  
  if(btnstatel==HIGH)  
  {  
    digitalWrite(sagsinyal,HIGH);  
    delay(500);  
    digitalWrite(sagsinyal,LOW);  
    delay(500);  
  }  
}  
////////SOL SİNYAL//////////  
void solsinyall()  
{  
  if(btnstate2==HIGH)  
  {  
    digitalWrite(solsinyal,HIGH);  
    delay(500);  
    digitalWrite(solsinyal,LOW);  
    delay(500);  
  }  
}
```

Şekil 3. Araç sinyalizasyon kod satırı

Kartın bir başka dijital pinine hız sensöründen gelen bilgi aktarılmış ve bu sayede aracın hızının ölçülmesi sağlanmıştır. Bu dijital pin interrupt pin'i olarak adlandırılmaktadır (arduino.cc, 2013). Bu pin'in seçilmesinin amacı hız bilgisinin önceliğe

sahip bir bilgi olmasıdır. Mikrodenetleyiciler kod satırlarını çalıştırırken genellikle satır satır ilerlemektedir. Bu durumda hız sensörü interrupt pin'i yerine normal bir dijital pin'e bağlansaydı sensör okuma zamanı ile kod'un ileleme zamanları eşleşmek zorunda kalacaktı. Bu gibi durumlarda hız sensörü veya benzer sensörlerin kod satırları ile eşleşmesi beklenmez. Bunun yerine sensörler her döngüde önceliğe sahip olmaktadır. Bu sistemde kullanılan aracın arka tekerliğine bağlanan sensörden alınan bilgi ile tekerleğin devir sayısı ölçülmüş ARDUİNO Rev.3 kartına iletilmiştir. Burada tekerlek çapı ve gelen devir sayısı ile gerekli işlemler yapıp aracın display'e devir sayısı ve km/h cinsinden aktarımı sağlanmıştır. Şekil 4' te reed röle kullanılarak yapılan hız sensöründen alınan verilerin işlenmesi gösterilmiştir.

```
void Hiz()
{
  int oku = digitalRead(km);
  if (oku != kmdurumu)
  {
    if (oku == HIGH)
    {
      unsigned long Hizzamani = millis();
      for (int i=4; i>0; i--)
      {
        zaman[i] = zaman[i-1];
      }
      zaman[0] = Hizzamani;

      devir = rpmhesap();

      Serial.print ("rpm : ");
      Serial.print (devir);
      Serial.println (" d/d");
      //Lcd ekrana yazdırılacak devir bilgisi////////
      lcd.setCursor(8,0);
      lcd.print ("RPM:");
      lcd.print (devir);

      hiz = hizhesap();

      Serial.print ("HIZ : ");
      Serial.print (hiz);
      Serial.println(" km/h");
    }
  }
}
```

Şekil 4. Hız sensörünün okunması

Kartın üzerinde bulunan dijital pinlerden biri sayesinde acil durum esnasında tepe ikaz lambasını aktif hale getirilmiştir.

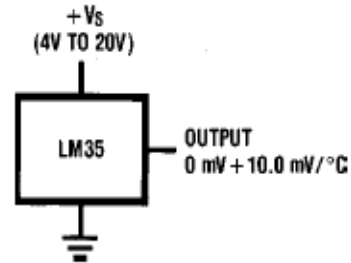
Analog girişlerden ikisine akım sensörü bağlanarak yakıt pilinin çıkış akımını ve gerilimini mikrodenetleyiciye ileterek verinin işlenmesi sağlanmıştır. Aracta % 99,99 saflıktaki H₂'den elektrik enerjisi üreten yakıt pilinin çıkış akımı ve geriliminin ölçülmesi işleminde akım sensörü kullanılmış ve okunan değerler ile yakıt pilinin çıkışı kontrol altına alınmıştır. Böylelikle aracın çalışması sırasında yakıt pilinin üretmiş olduğu akım ve gerilim anlık olarak ölçülmüş, ölçülen değerler sayesinde de yakıt pilinin ürettiği güç hesaplanmıştır. Bu sayede yakıt pilinin çekeceği güce göre zorlanma anları tespit edilerek yakıt pilini

zorlamadan çalışması sağlanmıştır. Şekil 5'te akım sensörünün devreye bağlanmış hali gözükmektedir.



Şekil 5. Akım sensörünün bağlantısı

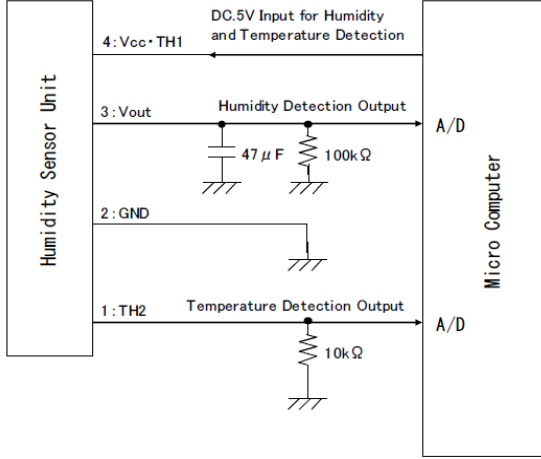
Sistemde üç bölgenin sıcaklıkları ve bir bölgenin bağıl nem oranı analog çıkışlar kullanılarak mikrodenetleyiciye aktarılıp anlık olarak değerlerinin okunması sağlanmıştır. Ölçülen sıcaklıklar H₂ tüplerinin sıcaklığını, yakıt pilinin sıcaklığı ve pilot kabin sıcaklığıdır. Ölçülen bağıl nem ise yakıt pilinin bağıl nemidir. Bunlar Arduino kartın analog girişlerine bağlanan LM35 sıcaklık sensörleri ve yine analog girişlerden birine bağlanan HSU-07 nem sensörüdür. Şekil 6 üzerinde LM35 sensörünün bağlantı şekli gösterilmiştir. Şekil 7'de ise HSU-07 nem sensörünün mikrodenetleyiciye bağlantı şekli gösterilmiştir.



TL/H/5516-3

FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)

Şekil 6. LM35 entegresi tipik kullanımı (LM35, 2000)



Şekil 7.HSU-07 Nem sensörünün mikro denetleyici bağlantı şekli (Hokuriku,2006)

```
void Nem ()
{
  Nem1=analogRead(SensNem);
  Serial.print("Nem : % ");
  float HSUnem = (Nem1*10)/165);
  Serial.println(HSUnem);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Nem:");
  lcd.print(HSUnem);
  delay(3000);
  lcd.clear();
}
```

Şekil 8. HSU-07 Nem değerlerinin okunması

Araçta kullanılan FUEL CELL 'in nem ve sıcaklığı güvenlik açısından önemli olduğundan nem ve sıcaklık sensörleri ile FUEL CELL'in anlık sıcaklık ve nem değerleri takip altına alınmıştır. FUEL CELL'in çalışma sıcaklığı +3°C ile +40°C arasında nem değerleri ise %0 - %95 arasındadır. Şekil 8'de nem değerlerinin okunması ifade edilmiştir. FUEL CELL'in normal çalışma sıcaklığının 10°C üzerine çıktığında sesli ve ışıklı ikaz ile güvenlik sağlanmıştır. Ayrıca H₂ tüplerinin ve pilot kabininde sıcaklık değerleri farklı sensörler yerleştirilerek anlık olarak ölçülmüştür. Sıcaklık sensörlerinin okunmasında Şekil 9' daki komut satırı kullanılmıştır.

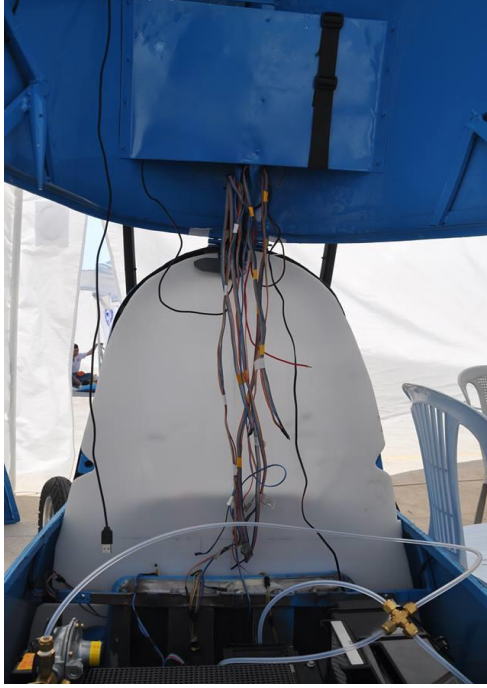
```
void sicaklik()
{
  // birinci LM35 sıcaklık sensörü 0. pin
  Temp1=analogRead(SensTemp1);
  Serial.print("h2 tup sicakligi = ");
  float C1 =(Temp1*500)/1023;
  Serial.print(C1);
  Serial.println("C");
  //Lcd sıcaklık değeri gösterme////
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("T1:");
  lcd.print(C1);
  delay(3000);
  lcd.clear();
}
```

Şekil 9. LM35 Sıcaklık değerlerinin okunması

Bu değerler anlık olarak pilot kabininde yer alan displaye aktarılarak kullanıcının sürekli kontrolü altında olması sağlanmıştır. H₂ tüplerinin çalışma sıcaklığı +15 °C ile +30 °C arasında, maksimum sıcaklığı ise +50 °C dir (Nexa™,2003). Bu nedenle normal çalışma sıcaklığının 10°C üzerine çıktığında tehlikeli bir durum arz etmekte olduğundan sensörlerden alınan bilgilere göre pilot kabininde ve aracın üst kısmında bulunan ikaz lambası ile sesli ve ışıklı ikaz verilmesi sağlanmıştır. Sıcaklık sensörlerinin Arduino üzerinden işlenip displaye ye aktarılması sırasında sıcaklık aşağıdaki şekilde hesaplanarak çok küçük sıcaklık değişimleri dahi displayde gösterimi sağlanmıştır. Şekil 10'da pilot kabininde bulunan display gösterilmiş, Şekil 11'de de kart ve sensörlerin araca bağlantısı gözükmemtedir.

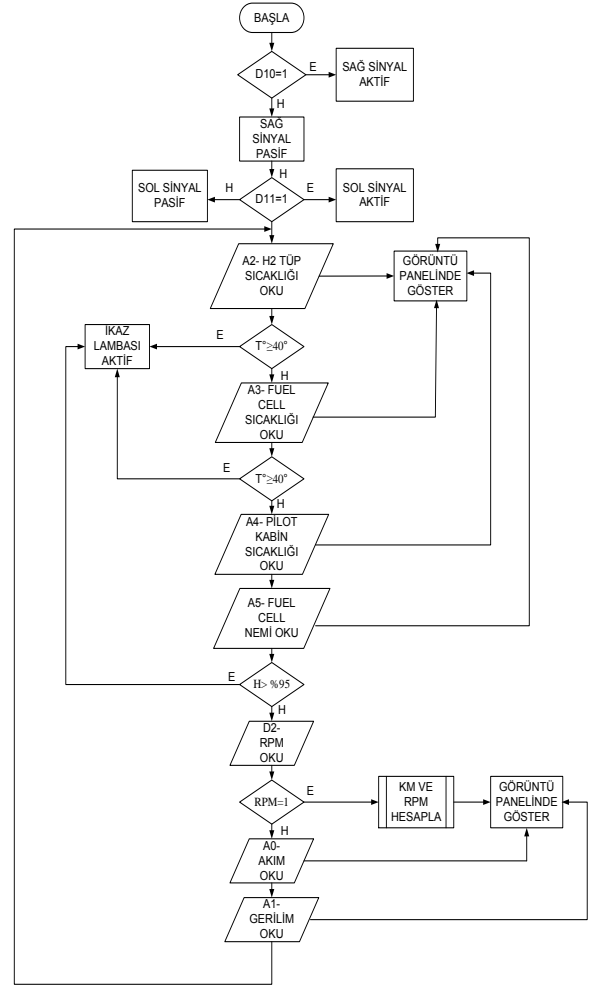


Şekil 10. Kokpit display görüntüsü



Şekil 11. Sistemi görüntüsü

Sistem tasarlanırken, sistemin daha stabil çalışması için gerekli algoritma Şekil 12’de detaylandırılmıştır.



Şekil 12. Uygulamanın algoritması

3.Sonuç ve Öneriler

Otomotiv endüstrisinin gelişmesi, sektörü verimliliğin artırılmasına, kaynakların etkin kullanımına itmiştir. Yakıt pili teknolojisinin gelişmesi ile elektrikli otomotiv sektörünün hız kazanması ve yakıt pillerinin taşınabilirliği sayesinde, otomotiv dünyasında kendisine yer bulmaya başlamıştır. Elektrikli araçların üretim altyapısının oluşturulması ve bu araçların satın almada tercih sebebi olması, yakıt pilli araçların üretilmesini sağlayacaktır.

Arduino platformu ise mikrodenetleyici kullanılan açık kaynaklı bir platform olması, bu platforma elektrik-elektronik yazılımcılarının ilgisini arttırmış, mikrodenetleyici ile yapılan elektronik devrelerde kolaylık sağlamıştır.

Bu çalışmada aslında geçmişe dayalı ancak yenilenerek karşımıza çıkan iki farklı platformu aynı çatı altında toplayarak gerek güvenlik gerekse yazılımsal olarak bir ölçüm ve denetleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu denetleme ve veri aktarımı sayesinde kontrol çok hassas yapılmış, anlık

değerlerin değişimleri çok hızlı ve hata oranı minimuma indirgenmiştir.

4. Tartışma

Günümüz teknolojilerinde elektrik elektronik sistemlerinin girmediği alan nerdeyse yok gibidir. Otomotiv dünyası da gerek konfor gerekse enerji sistemleri bakımından elektrik elektronik sistemlerinden uzak kalmamış ve bu teknolojileri kullanmış, kullanmaya devam etmekte ve kullanmaya devam da edecek gözükmektedir. Son dönemde geliştirilen araç teknolojileri mekanik de dahil olmak üzere elektronik kontrol sistemi tabanlıdır.

Elektrik elektronik sistemler, mikrodenetleyici kontrollü sistemlerdeki gelişmeler ışığında daha hassas ölçüm ve değerlendirmeye sahip, daha konforlu ve güvenli araç üretimleri gerçekleştirilmeye devam edecektir. Yazılım sistemlerindeki gelişmeler sayesinde ise geleceğin araç sistemleri şekillenmeye devam edecektir.

5. Kaynaklar

- [1] Arduino Uno.
<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>
(Erişim Tarihi: 01.06.2013)
- [2] Bedir, F., Alnıak, M.O., 2004. Yakıt Hücre Sistemlerinin Çalışma Prensipleri ve Denizaltı Sistemlerindeki Tasarımı. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, Sayı 3, s 31-37
- [3] Hokuriku HSU-07A1/A2 Relative Humidity Sensor Datasheet.2006
- [4] Kahrıman A., 2013. Açık Kaynaklı Bir Platform Olan Arduino Mikrodenetleyici Sistemlerinin İncelenmesi.
<http://www.belgeler.com/blg/2gnp/arduino-seminer-raporu>. (Erişim Tarihi: 02.06.2013)
- [5] Karamolla, M., Doğan, H., 2006. Yakıt Pillerinin Otomotiv Güç Kaynağı Olarak Kullanılabilir Potansiyeli. Makine İhtisas, Sayı 32, s 64 – 67
- [6] Kaytakoğlu, S., Akyalçın, L., 2002. Yakıt Hücreleri. Tesisat Mühendisliği Dergisi, sayı 67, s 57-84
- [7] LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors, November 2000. National Semiconductors Corporation.
- [8] Nexa™ (310-0027) Power Module User's Manual 5,000,001 Series PBS.2003.106s

[9] Yıldızbilir, F., 2006., Yakıt Pili İle Elektrik Enerjisi Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, FÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 46s.