



ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ

ÇOK DİSİPLİNLİ TASARIM PROJESİ

SONUÇ RAPORU

Proje Başlığı: Akıllı Bina Enerji Yönetim Sistemi Benzetimi			
Proje Sonuç Raporu Teslim Tarihi: 27.12.2019			
No	Proje Ekibi Ad, Soyad	Bölüm (ELM/EHM/BLM/KOM)	İmza
1	Kadircan KURTULUŞ	KOM	<i>K. Kurtuluş</i>
Danışman	Prof. Dr. Oya KALIPSIZ	BLM	

27.12.2019

1. GİRİŞ

Bu projede bir apartmanın enerji harcamasını denetleyen bir sistemin benzetimi yapılmıştır. Bu bağlamda:

Sistemde her bir daireyi kontrol eden daire mikrodenetleyicileri bulunmaktadır. Daire mikrodenetleyicileri, dairede bulunan eşyaların denetlenmesinden sorumludur. Aynı zamanda eşyaların harcadığı anlık gücü hesaplarlar.

Sistemde daire mikrodenetleyicilerini denetleyen apartman mikrodenetleyicisi bulunmaktadır. Apartman mikrodenetleyicisi, daire mikrodenetleyicileriyle ana denetleyici arasındaki haberleşmede köprü vazifesi görür. Daire mikrodenetleyicilerinden dairelerden çekilen anlık gücü alır ve bu bilgiyi ana denetleyiciye gönderir.

Ana denetleyici; dairelerde bulunan eşyalarının kontrol edildiği, dairelerin çektiği anlık gücün görüldüğü, harcanan toplam enerjinin hesaplandığı ve dairelerin faturalandığı denetleyicidir.

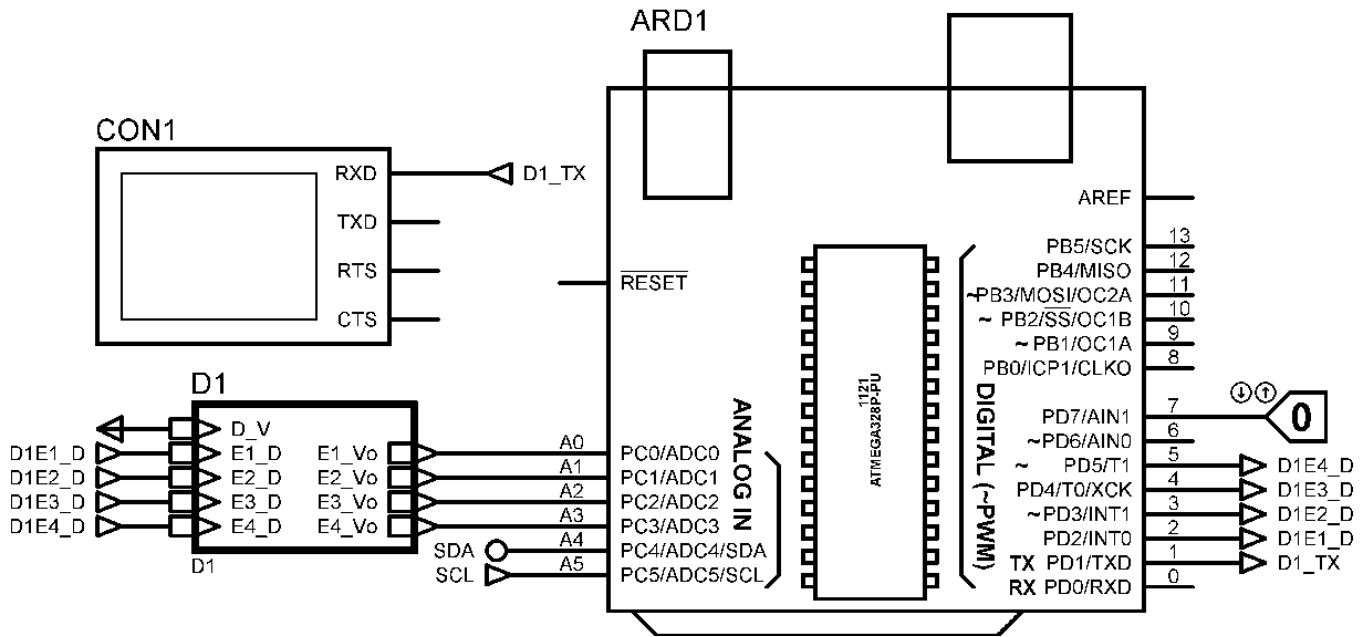
2. GEREÇ, YÖNTEM VE YÖNETİM DÜZENİ

Sistem benzetimini için Proteus kullanılmıştır. Proteus, elektrik devre benzetimlerinin yapılabildiği bir bilgisayar programıdır. Bu sisteme ait daireler ve mikrokontrolcüler, Proteus üzerinde benzetilerek benzetim yapılmıştır.

Ana kontrolcü görevini görecek bir C# Windows Forms uygulaması yazılmıştır.

Dairelerin denetlenmesi için Arduino UNO R3 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Bu mikrodenetleyicinin ayaklarına göre görevi aşağıdaki gibidir:

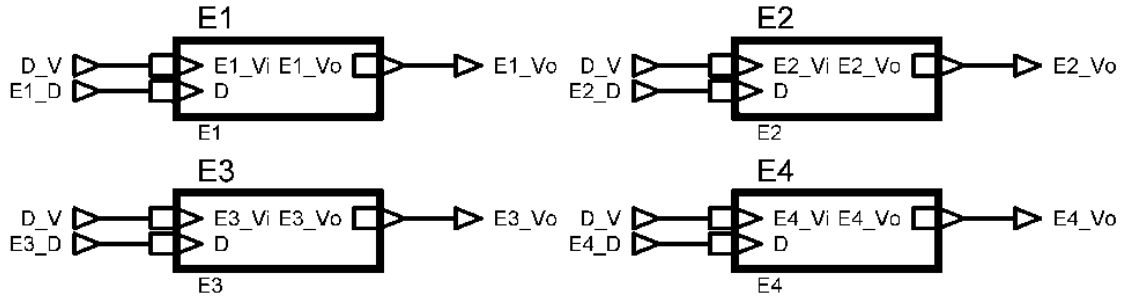
- **1** : Dairedeki eşyaların harcadığı anlık güçleri konsola gönderen UART TX haberleşme çıkışıdır.
- **2 – 5** : Dairedeki eşyaların denetlendiği denetleme çıkışlarıdır.
- **7** : Daire numarasının mikrodenetleyiciye atandığı giriştir. Aynı zamanda bu numara, I2C haberleşmesinde kullanılacak slave adresini de belirtir.
- **A0 – A3** : Dairedeki eşyaların üzerindeki gerilimleri ölçen gerilim girişidir.
- **A4** : I2C SDA haberleşme hattıdır. Dairelerden çekilen anlık güçler, daire eşyalarının denetleme sinyalleri ve daire enerji denetleme sinyalleri bu haberleşme hattı üzerinden gönderilir ve alınır.
- **A5** : I2C SCL haberleşme girişidir. Haberleşmede kullanılan clock sinyalini alır.



Şekil 1. Daire 1 ve daire mikrodenetleyicisi

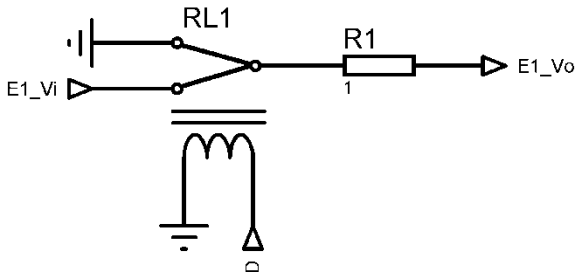
Daire bloğuna sırasıyla daire beslemesi ve eşya denetleme sinyalleri girerken çıkış olarak eşyaların üzerindeki gerilimler dışarı verilir. Eşya denetleme sinyalleri daire mikrokontrolcüsünden çıkış olarak verilirken eşyaların üzerindeki gerilimler, eşyanın anlık güç çekiminin hesabı için mikrokontrolcüye giriş olarak verilir. Buna ek olarak daire numarası da mikrokontrolcüye giriş olarak verilir.

Dairedeki eşyaların anlık güç çekiminin takibi için konsol kullanılır. Bu konsol sadece debug amacıyla kullanılmakta olup denetleme sisteminin bir parçası değildir.



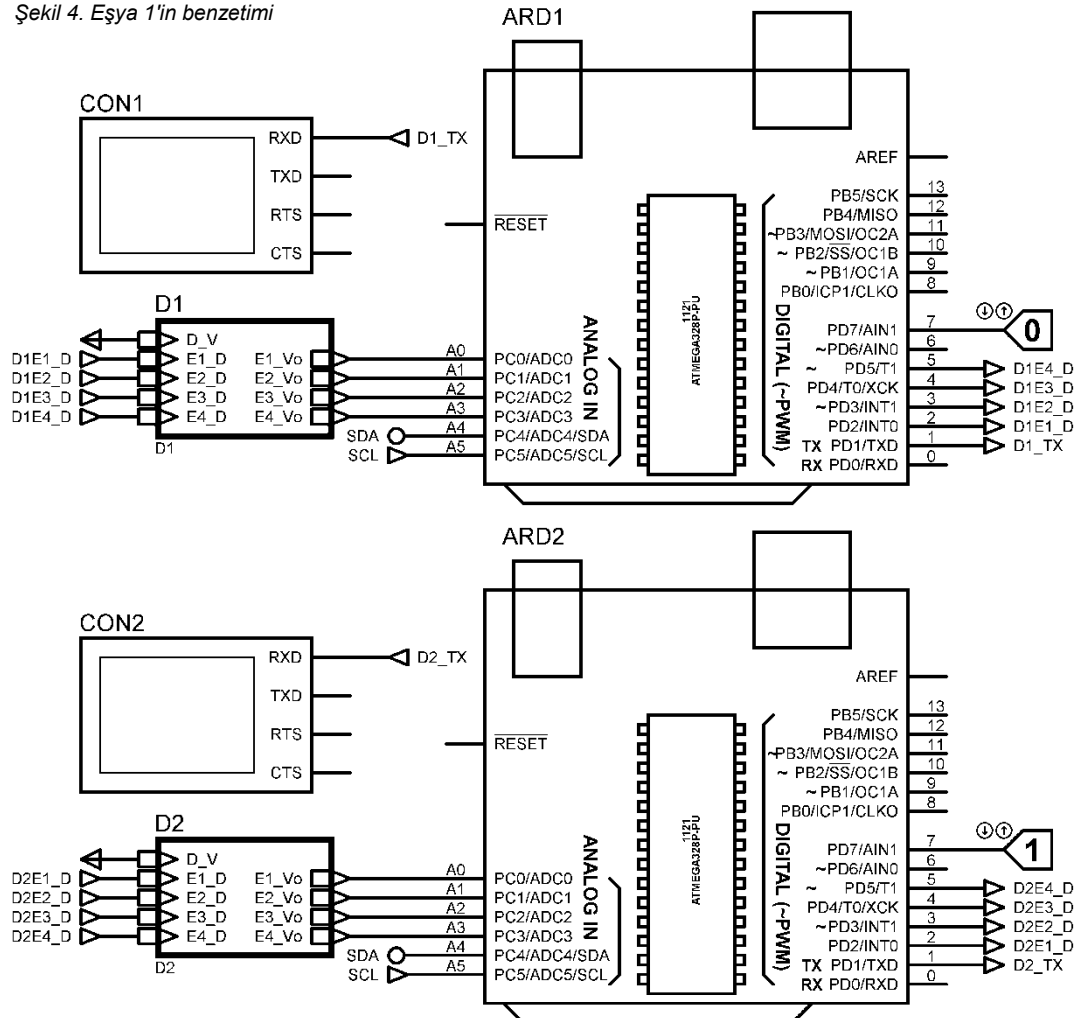
Şekil 2. Daire 1'deki eşyalar

Her bir daire 4 eşyayla benzetilmiştir. Bu eşyalara giriş olarak eşya gerilimi ve denetleme sinyali girerken çıkış olarak eşya üzerindeki gerilim ölçülür.



Her bir eşya dirençle benzetilmiş ve eşyaları sürmek için röle kullanılmıştır. Röle enerjilendiğinde eşya geriliminin eşya üzerine düşmesi sağlanmakta, röle enerjisi kesildiğinde eşya topraklanmaktadır. Dirençlerle benzetilen eşyaların direnç değerleri önceden bilindiğinden $P = V^2/R$ formülü kullanılarak harcanan güç hesaplanır.

Şekil 4. Eşya 1'in benzetimi

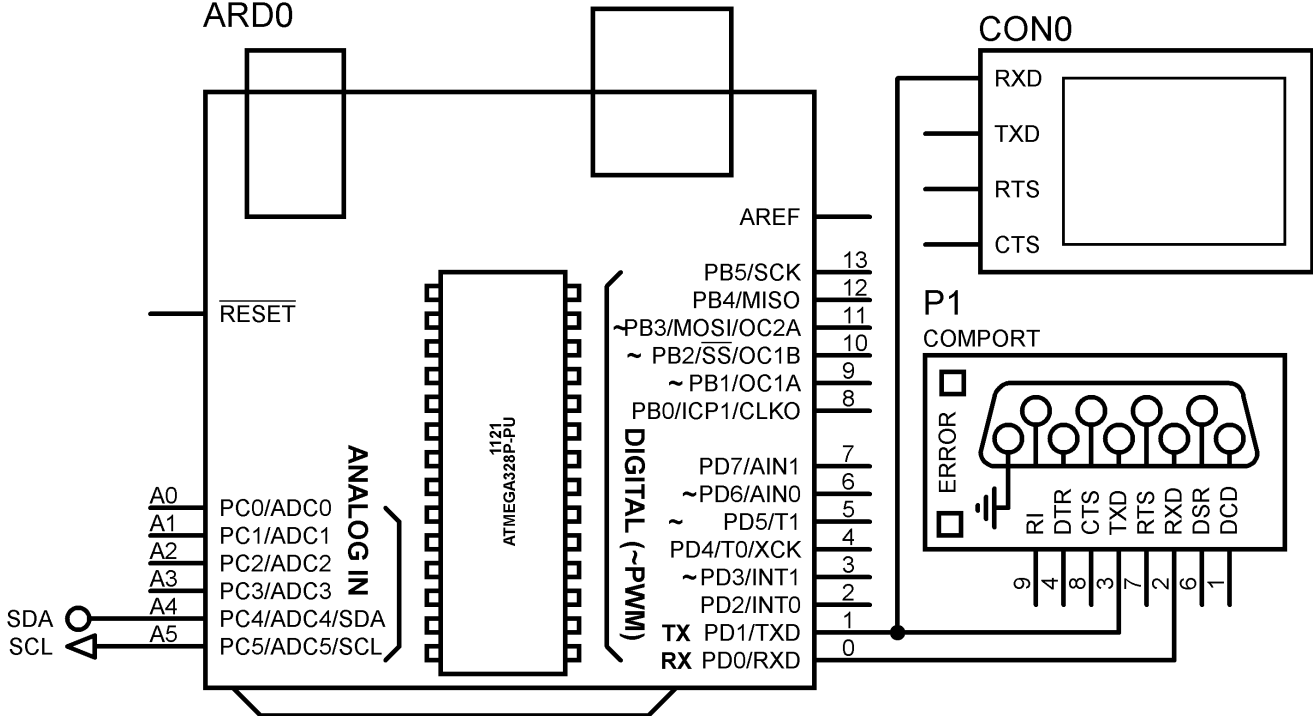


Şekil 3. Daireler ve daire mikrodeneleyicileri

Benzetim ortamında kullanılabilecek daire sayısını artırmak mümkün olsa da daire sayısının benzetim hızını olumsuz etkilemesinden dolayı en az sayıda dairenin benzetilmesi gerekmiş ve daire sayısı 2 olarak seçilmiştir.

I2C haberleşme hattı üzerinden gelen eşya denetleme sinyallerine göre ilgili denetleme çıkışlarının enerjilerinin kontrol edilmesiyle bu çıkışlara bağlı rölelerin kontrolü sağlanmakta ve böylece ilgili eşya sürülmektedir.

Aynı hat üzerinden apartman mikrodenetleyicisine daireden çekilen anlık güç gönderilmektedir.



Şekil 5. Apartman mikrodenetleyicisi

Daire mikrodenetleyicilerinin denetlenmesi için Arduino UNO R3 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Bu mikrodenetleyicinin ayaklarına göre görevi aşağıdaki gibidir:

- **0** : Ana denetleyiciden gelen daire eşyalarının denetleme sinyallerini ve daire enerji denetleme sinyallerini alan UART RX haberleşme girişidir.
- **1** : Dairelerden çekilen anlık güçleri ana denetleyiciye gönderen UART TX haberleşme çıkışıdır.
- **A4** : I2C SDA haberleşme hattıdır. Dairelerden çekilen anlık güçler, daire eşyalarının denetleme sinyalleri ve daire enerji denetleme sinyalleri bu haberleşme hattı üzerinden gönderilir ve alınır.
- **A5** : I2C SCL haberleşme çıkışıdır. Haberleşmede kullanılacak clock sinyalini üretir.

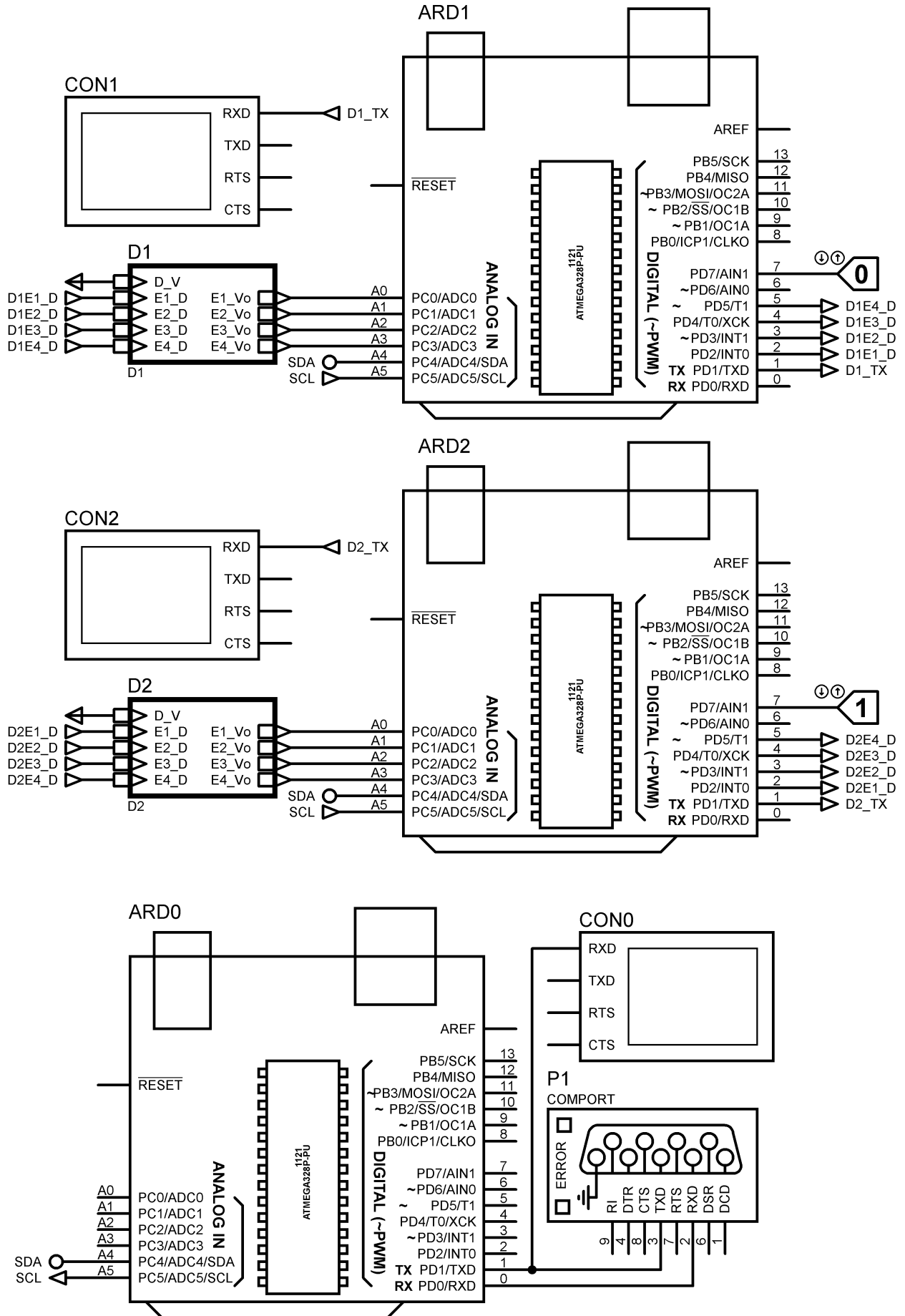
UART haberleşmesinin takibi için konsol kullanılmaktadır. Bu konsol sadece debug amacıyla kullanılmakta olup denetleme sisteminin bir parçası değildir.

Slave → Master → PC hattında aşağıdaki protokole uyularak haberleşme yapılır. Protokol boyutu 5 bayt'tır:

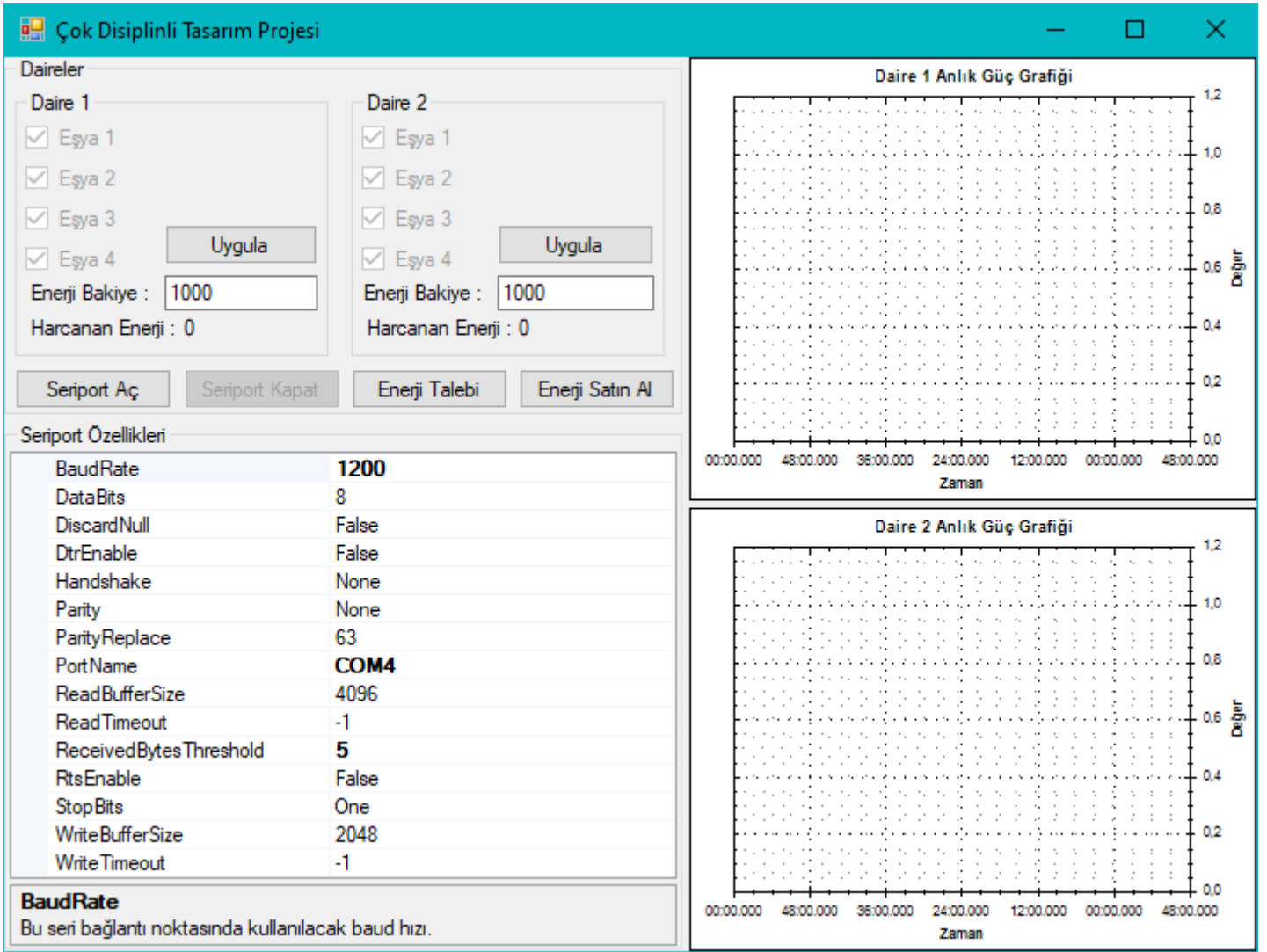
- Daire numarası (1 bayt)
- Çekilen anlık güç (4 bayt – float)

PC → Master → Slave hattında aşağıdaki protokole uyularak haberleşme yapılır. Protokol boyutu 3 bayt'tır:

- Daire numarası (1 bayt)
- Eşya numarası (1 bayt)
- Eşya denetleyici sinyali (1 bayt)



Şekil 6. Tüm daireler ve apartman mikrodnetleyicisi



Şekil 7. Ana denetleyici arayüzü

Ana denetleyici arayüzü kendi içerisinde ikiye ayrılır:

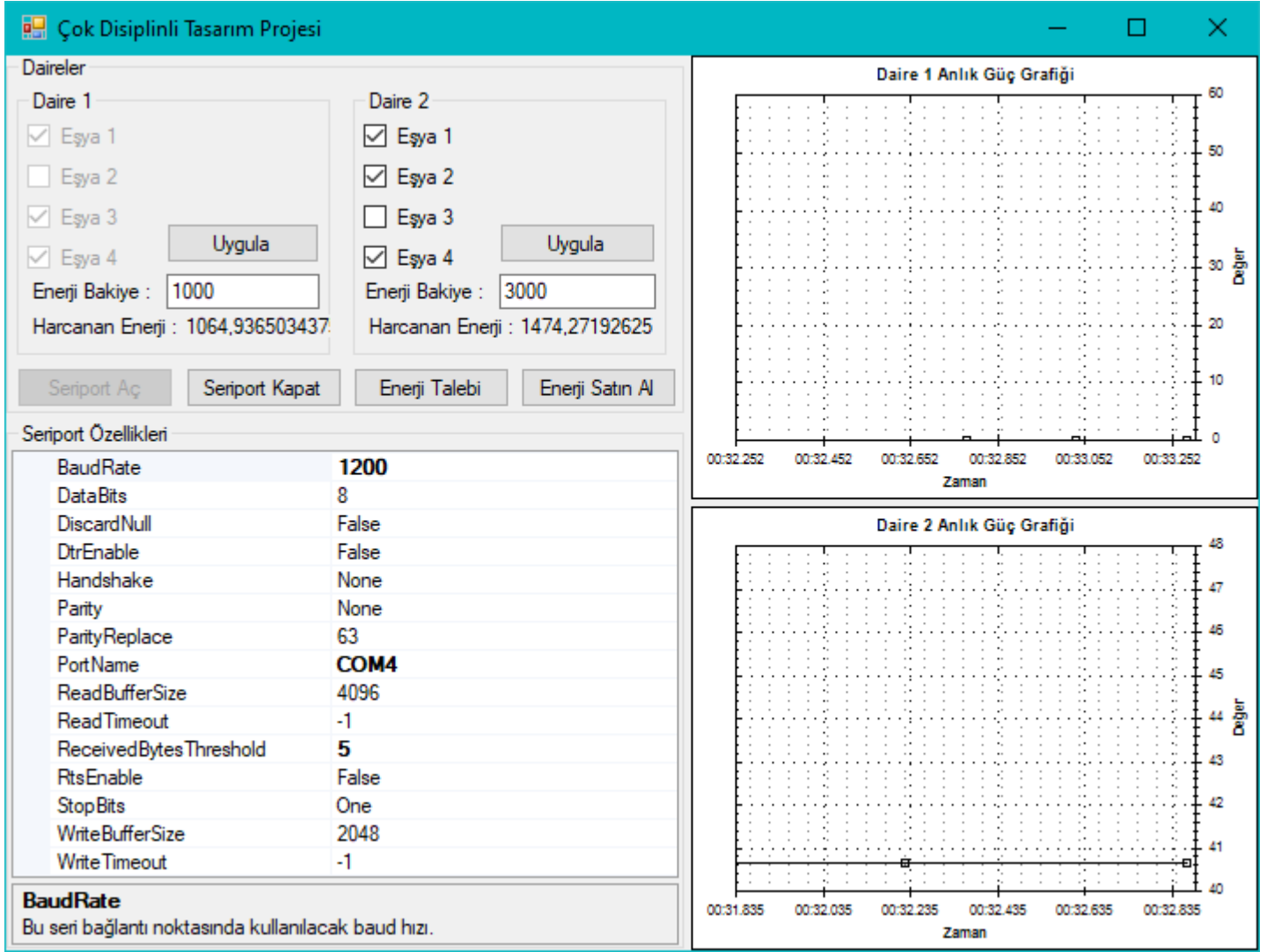
Sol tarafı denetleme tarafıdır. Üst taraftaki daireler bölümü kullanılarak dairelerdeki eşyaların denetlenmesi sağlanır. Dairelerin sahip olduğu enerji bakiyeleri ve o ana kadar harcadıkları enerji toplamaları burada gösterilir. Enerji bakiyelerini debug etmek amacıyla Textbox kullanılmıştır. Bunun dışında bakiye artırımı ancak enerji transferi veya satın alımıyla mümkündür. Ayrıca dairelerin başka dairelerden enerji talebi veya dışarıdan enerji satın alması gibi işlemler de ilgili tuşlar yardımıyla açılan formlarla yapılır. Alt tarafta UART haberleşme protokolünün ayarları bulunur.

Sağ tarafı grafik tarafıdır. Burada dairelerin çektikleri anlık gücün grafiği gerçek zamanlı olarak çizilir.

3. SONUÇLAR

Projede farklı senaryolar denenmiştir. Bu senaryolar aşağıdaki gibidir:

1. Daha yüksek enerji bakiyesi olan Daire2, Daire 1'in enerjisi tükendiğinde de enerji tüketmeye devam etmiştir.
2. Daire 1, Daire 2'den enerji talep etmiştir.
3. Daire 2 enerji satın almıştır.



Şekil 8. Farklı enerji bakiyeleri olan daireler

Senaryo 1:

Daire 1 fazladan enerji satın almamış, mevcut bakiyesi dolduğunda enerjisi kesilmiş ve grafikten görüldüğü gibi çektiği anlık güç 0'a düşmüştür. Daha fazla enerji bakiyesi olan Daire 2 bu süre zarfında enerji harcamaya devam etmiştir.

Daire 1' de Eşya 2'nin kapalı olduğu ve Daire 2'de Eşya 3'ün kapalı olduğu görülmektedir.

Senaryo 2:

Daire 1, Daire 2'den enerji talep etmektedir. Eğer talep ettiği enerji Daire 2'nin bakiyesinde varsa talep gerçekleşir, eğer bakiye yetersizse gerçekleşmez.

Enerji Transferi

Enerji talep eden daireyi girin:

Tamam

İptal

1

Şekil 9. Enerjiyi talep eden daire

Enerji Transferi

Enerjinin talep edildiği daireyi girin:

Tamam

İptal

2

Şekil 10. Enerjinin talep edildiği daire

Enerji Transferi

Transfer edilecek enerji miktarını girin:

Tamam

İptal

2019

Şekil 11. Talep edilen enerji miktarı

Enerji Transferi

Enerji transferi gerçekleşmedi, verici bakiyesi yetersiz.

Tamam

Şekil 11. Enerji transferi başarısız

Enerji Transferi

Enerji transferi gerçekleşti.

Tamam

Şekil 13. Enerji transferi başarılı

Senaryo 3:

Daire 2, başka bir daireden enerji transfer etmeyip doğrudan enerji satın alacaktır.

Enerji Satın Alma

Enerji satın alan daireyi girin:

Tamam

İptal

2

Şekil 144. Enerji satın alan daire

Enerji Satın Alma

Satın alınacak enerji miktarını girin:

Tamam

İptal

2019

Şekil 13. Satın alınacak enerji miktarı

Enerji Satın Alma

Enerji satın alımı gerçekleşti.

Tamam

Şekil 126. Enerji satın alımı başarılı