



TC.

KARABÜK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

ENERJİ ÖLÇÜMÜ VE UZAKTAN TAKİBİ

BİTİRME TEZİ

Hazırlayan

GÜLKAN GÜNER 2015010225009

TEZ DANIŞMANI

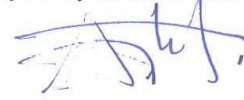
DR. ÖĞR. ÜYESİ AYTÜL BOZKURT

KARABÜK-2019

Gülkan GÜNER tarafından hazırlanan “ENERJİ ÖLÇÜMÜ VE UZAKTAN TAKİBİ” başlıklı bu tezin Lisans Bitirme Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım. 17/06/2019

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Aytül BOZKURT



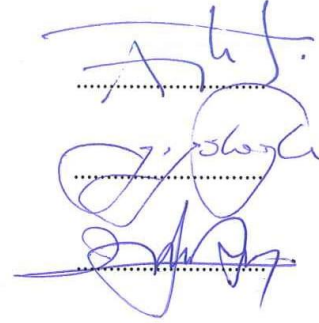
Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalında Lisans Bitirme Tezi olarak kabul edilmiştir. 17/06/2019

Tez Jürisi

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Aytül BOZKURT

Üye : Prof. Dr. Gökhan Gökçüoğlu

Üye : Dr. Öğr. Ü. Can Zülkef Fıssan



KBÜ Mühendislik Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Mezuniyet Komisyonu ve Bölüm Başkanlığı bu tezi Lisans Bitirme Tezi olarak onamıştır. 17/06/2019

Doç. Dr. İbrahim ÇAYIROĞLU

Mekatronik Müh. Bölüm Başkanı



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	ii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	1
2.1. Enerji	1
2.2. Elektrik Enerjisi	2
2.2.1. Elektrik enerjisi tarihi	3
2.3. Alternatif Akım	3
2.3.1. Alternatif akımın tarihi	4
2.4. Enerji Ölçümü	4
2.4.1. Enerji Analizi ve Harmonik Ölçümü Neden Gerekli?	5
2.5. Bulut (Cloud) ve Uzaktan Takip	6
2.5.1. Bulut (Cloud) nedir?	6
2.5.2. Bulut (Cloud) tarihi	7
2.6. Raspberry Pi	8
2.6.1. Mikro işlemciler ve tarihi	8
2.6.2. Raspberry Pi nedir?	8
2.7. Python	10
2.8. SmartPi Modülü	10
2.9. STC 013 Sensörü	11
3. UYGULAMA	11
3.1. Raspberry Pi İmage Kurulumu ve Montaj	11

3.2.	SmartPi Temel Çalışma Prensipleri.....	12
3.3.	Ölçümleme	13
3.4.	Python ile Ölçüm ve Buluta (Cloud) Aktarma.....	15
4.	SONUC.....	18
5.	EKLER	19
6.	KAYNAKLAR.....	21
7.	ÖZGEÇMİŞ.....	22

ÖNSÖZ

Öncelikle eğitim öğretim hayatım boyunca desteğiyle yanımda olan aileme, daha sonra bu proje ve tez çalışmasında ilgi ve yardımlarını esirgemeyen, İnovatink Kurucu Ortağı Sayın Barışcan Üstündağ’a, Sevgili Arkadaşım Salim Başköy’e ve Saygıdeğer Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Aytül Bozkurt’a teşekkürlerimi sunarım.

GÜLKAN GÜNER

ÖZET

Enerji ölçümü ve uzaktan takibi üzerine yapmış olduğum bu proje ve tez çalışmasında enerji, alternatif akım, mikro işlemciler ve bu konuların tarihi süreçleri hakkında bilgiler paylaşılmıştır. Ölçümleme bu ölçümlemenin gömülü yazılım ile sağlanması ve buluttan takibi hakkında açıklamalar çeşitli örnekler ve görseller ile yapılmıştır.

ABSTRACT

In this project and dissertation which i made on energy measurement and remote monitoring, information about energy, alternating current, microprocessors, cloud and the historical processes of these issues were shared. The explanations about energy metering and providing this metering with embedded software and tracking from cloud were made with various examples and visuals.

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 – Raspberry Piİ 3	9
Şekil 2 – SmartPi Modülü Stc013 Sensörler ile birlikte	10
Şekil 3 – Stc 013	11
Şekil 4 – SmartPi Kutusu, Smart Pi ve Raspberry Pi	11
Şekil 5 – SmartPi ve Malzemelerin Tamamı	12
Şekil 6 – SmartPi Raspberry Pi Pin Bağlantıları	12
Şekil 7	12
Şekil 8	13
Şekil 9	13
Şekil 10 – SmartPi Bağlantı Şeması	13
Şekil 11 – SmartPi Örnek Bağlantı	14
Şekil 12 – Örnek Enerji ölçümü Değerleri	14
Şekil 13 – Örnek Enerji Ölçümü Grafik 1	14
Şekil 14 – Örnek Enerji Ölçümü Grafik 2	14
Şekil 15 – Raspberry Pi'daki Python Dosyaları.....	15
Şekil 16 – Excel Örneği 1	16
Şekil 17 – Excel Örneği 2	16
Şekil 18 – Python ile Terminalde Görüntülenen Ölçüm Değerleri.....	16
Şekil 19 – Python ile Çizdirilen Canlı Değerler Grafiği	17
Şekil 20 – ThingsBoard ile Uzaktan Takip	18
Şekil 21 - PROJE AFİŞİ	19
Şekil 22 - PROJE SERGİSİNDEN BİR KARE	20

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ile insanoğlunun ihtiyaç ve gereksinimleri de artmaktadır. Bu ihtiyaçlar, insanları yeni buluşlara ve keşiflere yönlendirmiştir. Bu noktada mühendislik alanı da insan hayatını kolaylaştırmak, emniyeti sağlamak ve maliyeti düşürerek gelişime katkı sağlamak gerekmektedir.

Veri ölçümü, veri analizi ve nesnenin interneti konuları da bu gelişime katkı sağlayan unsurların bir parçası olarak hayatımızda yer almaktadır. Enerji ölçümü ve uzaktan takibi ise bu anlamda önem taşıyabilecek konularda bir tanesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Enerji

Fizikte, enerji doğrudan doğruya gözlemlenemeyen fakat kendi konumundan hesaplanabilen fiziksel sistemin geniş ve korunmuş bir özelliğidir. Enerji, fizikte temel önemdedir. Pek çok biçime girebilmesinden dolayı enerjinin kapsamlı bir tanımını yapmak imkansızdır ama en yaygın tanım şudur: Enerji, bir sistemin iş yapma kapasitesidir.

Fizikte iş, kuvvetin yer değişim yönündeki bileşeninin etkisinin yer değiştirmeyele çarpımı olarak tanımlanır ve enerji, iş ile aynı birimle ölçülür.

Enerji birçok biçimde var olabilir: Doğa bilimlerinin içerisinde, çeşitli enerji biçimleri tanımlanabilir.

Kimyasal enerji: Yemek, pil vb. maddelerdeki depolanmış enerjidir.

Isı enerjisi: Atomların hareketinin enerjisidir.

Potansiyel enerji: Bir maddenin durumuna göre sahip olduğu enerjidir (yokuştaki tekerlek, esnetilmiş lastik veya havada tutulan top gibi).

Kinetik enerji: Bir maddenin bir yerden başka bir yere gitmek veya dönmek için ihtiyaç duyduđu enerji türüdür.

Mekanik enerji: Potansiyel enerji ile kinetik enerjinin toplamıdır.

Elektrik enerjisi: Elektronların hareketlerinden kaynaklanan enerjidir.

Manyetik enerji: Sadece metallerin sahip olabildiği, atomların dizilimine bağlı çekme veya itme hareketine dönüşebilen enerjidir.

Nükleer enerji: Atomların içlerinde sakladıkları enerjidir.

Işık enerjisi: Maddelerden yansıyıp görüntü oluşturan enerjidir.

Ses enerjisi: Canlıların duyma organı tarafından algılanabilen enerji türüdür.

2.2.Elektrik Enerjisi

Elektrik enerjisi, elektriksel potansiyel enerjiden yeniden türetilen enerjidir. Bir elektrik devresi tarafından çekilen ve tüketilen enerjiyi açıklar. (Örneğin elektriksel güçten elde edilir). Bu enerji, devrede üretilen elektrik akımı ve elektrik potansiyeli kombinasyonu tarafından elde edilir. Bu noktadaki elektriksel potansiyel enerji, başka bir enerji türüne dönüştürülür. Böylece tüm elektriksel enerji, kullanılmadan önceki potansiyel enerjidir.

Potansiyel enerjiden elde edilen elektrik enerjisi daima başka bir enerji türü olarak açıklanabilir (ısı, ışık, hareket, vb.)

2.2.1. Elektrik enerjisi tarihi

Elektrik kelimesi Yunanca'da elektrondan gelmektedir. Bunu kimin bulduğuna dair birçok cevap olmakla beraber ilk bilinen ilk kişi Humphry Davy'dir. Bu bilim insanı 1808 yılında elektrik akımı taşıyan iki kömür elektrotunu birbirinden ayırarak bir ark oluşturmayı başarmıştır. Daha sonra bu işle ilgili birçok bilim adamı ve birçok şirket bu konu için araştırmalar çalışmalar ve yapmışlardır.

Thomas Edison'un ampulü (akor flemalı ampul) icat etmesiyle birlikte elektrik enerjisi, aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak Thomas Edison'un bulmuş olduğu ampul doğru akım ile çalışmaktaydı. Doğru akım çok pahalı ve maliyetli bir iş olduğu için yaygın olarak kullanılamamış ve sadece belediye binası gibi önemli merkezlerde kullanılmıştır.

Buna rağmen günümüz elektrik enerjisinin baş aktörü Nikola Tesla, Thomas Edison'un doğru akımını tarihe gömerek ona karşı alternatif akımı geliştirerek daha az maliyet ve daha fazla verimli enerji kullanımı sağlanması için günümüz dinamo ve jeneratörü icat etmiştir.

2.3.Alternatif Akım

Alternatif akım (Alternating current), genliği ve yönü periyodik olarak değişen elektriksel akımdır. En çok kullanılan dalga türü sinüs dalgasıdır. Farklı uygulamalarda üçgen ve kare gibi değişik dalga biçimleri de kullanılmaktadır. Bütün dalgalar birbirlerine elektronik devreler aracılığı ile çevrilebilir.

Devrede kondansatör, diyotlar, röleler ile bu çevrim yapılabilir. Alternatif güç genellikle sanayi ve konutlarda kullanılır. Santrallerde üretilen enerjinin sevkinde de Alternatif Akım kullanılmaktadır. Deniz altına yapılan enerji nakil hatlarında üretilen Alternatif Akım elektrik, dalga yapısında bozulmalara sebep verilmemesi için Doğrusal Akıma dönüştürülerek taşınmaktadır. HVDC ismi verilen uygulama ile okyanus ya da deniz altından nakil hatları işlenebilmektedir. Günümüzde havadan ve

kablo üzerinden taşınan, ses ve radyo dalgalarının karışmamasının sebebi de alternatif akımın farklı sinüzoidal yapılarda olmasıdır.

2.3.1. Alternatif akımın tarihi

İzolasyonlu kablolar arasındaki alternatif akım etkisini pratikte ilk dizayn eden William Stanley'dir. İndüksiyon bobini adını verdiği ve transformatörün atası olan sistemle alternatif akımla ilgili çalışmalarına başlamıştır.

Bugün kullanılan haliyle alternatif akım ilk olarak Nikola Tesla tarafından 1886 yılında laboratuvar ortamında üretilmeye başlanmıştır. Tesla daha sonra patentini George Westinghouse'a satmıştır. O yıllarda Lucien Gaulard, John Dixon Gibbs, Carl Wilhelm Siemens ve diğer bazı bilim adamlarıda, bu alanda çalışmalar yapmışlardır. Endüstriyel amaçlı üç faz (Three-phase) AC elektrik akımı üreten ilk santral ise, 1893 yılında Almirian Decker tarafından Kaliforniya'daki Mill Creek hidroelektrik santralinde kurulmuştur. Decker'in tasarladığı sistem 10.000 volt ve 3 fazlı bir sistemdir.

Bu gerilimi kullanan sistemler günümüzde hala motorlarda ve bazı nakil hatlarında bulunmaktadır. Alternatif akım 19. yüzyılın sonları ile 20. yüzyılın başlarında geliştirilerek kullanılmaya başlanılmıştır. Günümüzde sanayi elektriği ve konutlarda kullanılmaktadır.

2.4.Enerji Ölçümü

Enerji türleri içinde en yaygın olarak kullanılan elektrik enerjisi; üretim, iletim ve dağıtım olarak adlandırılan üç ana aşamadan geçerek tüketicilere ulaşmaktadır.

Bu aşamalarda veya tüketici noktalarında tesis edilmiş olan sistemler enerjinin sürekliliğini ve kalitesini etkileyebilmektedir. Enerji ve sistem kapasitesinin optimum kullanılmasını sağlamak için, enerji kalitesi problemleri giderilmeli ve kalitesizliğe neden olan problemler kaynağında çözülmelidir. Bozucu etkiler üretim, iletim, dağıtım

ve tüketici girişlerinde kaydedilmelidir. Sistemde kalitesizliklerden dolayı elde edilen veriler uzmanlar tarafından analiz edilmelidir.

Bu konu elektrik mühendisliğinde ‘‘Güç Kalitesi’’ veya ‘‘Elektrik Enerji Kalitesi’’ olarak yerini almaktadır. Kaliteli bir elektrik enerjisinden söz edebilmek için; Enerjinin güvenilirliği (Sürekliliği) Gerilim ve frekansın izin verilen değerler çerçevesinde sabit olması Güç faktörünün 1,00’ e yakın olması Gerilimlerin dengeli olması Akım ve gerilim harmonik miktarlarının belirtilen değerin altında olması gerekmektedir. Gelişen teknoloji sayesinde işletmelerde kullanılan ekipmanlar kaliteli elektrik enerjisi talep etmekte ve aksi halde ekipmanlar zarara görebilmektedir. Harmonik Elektrik enerjisi sistemlerinde akım ve gerilim dalga şekillerinin sinüsoidal idealdir. Alternatif akım sistemlerinde sinüsoidal dalga şeklinin bozulmasına harmonik denir.

Harmonikler; motorlar, jeneratörler, kondansatörler, transformatörler ve enerji iletim/dağıtım hatlarında ilave kayıplara neden olmaktadır. İşletmelerde ise Kesintisiz güç kaynakları, AC/DC dönüştürücüler, AC sürücüler, DC motorlar, yumuşak yol vericiler, ark ocakları, elektronik balatlı armatürler ve çeşitli ofis ekipmanları (PC’ler v.b.) harmonik oluşturan yüklere örnek olarak verilebilir. Ayrıca harmonikler nedeniyle işletmedeki ekipmanlar büyük zarara uğrayabilmektedir.

Harmonik bileşenlerinin olumsuzluklarının incelenmesi ve sorunların çözümü için bu tarz sistemlerde detaylı analizlerin yapılması gerekmektedir. Enerji Piyasası Denetleme Kurumu (EPDK) standartlarında Toplam Harmonik Gerilim Bozunumu (THDV) %3, Toplam Harmonik Akım Bozunumu (THDI) %8 altında olması gerektiğini belirtilmektedir.

2.4.1. Enerji Analizi ve Harmonik Ölçümü Neden Gereklidir?

Günümüzde çoğu işletmede kullanılan elektrik enerjisinin kalitesini düzenli bir şekilde kontrol etme imkanı bulunamamaktadır. Kalitesiz bir enerjinin kullanımı işletme içerisinde büyük zararlara yol açabilmekte ve işletmenin devamlılığını etkileyebilmektedir. Enerji kalitesinin işletmeden mi yoksa elektrik enerjisi dağıtım

firmasından mı kaynaklandığı çoğu zaman tespit edilememektedir. Enerji analizi ve harmonik ölçümleri sayesinde, enerjinin kalitesindeki bozulmaların nedenlerinin tespiti yapılabilmekte ve gerekli çözüm önerileri işletme ile paylaşarak işletmenin bu durumdan zarar görmesi engellenebilmektedir.

2.5.Bulut (Cloud) ve Uzaktan Takip

2.5.1. Bulut (Cloud) nedir?

Bulut bilişim (cloud computing), bilgisayarlar ve diğer cihazlar için, istendiği zaman kullanılabilen ve kullanıcılar arasında paylaşılan bilgisayar kaynakları sağlayan, internet tabanlı bilişim hizmetlerinin genel adıdır. Bulut bilişim bu yönüyle bir ürün değil, hizmettir; temel kaynaktaki yazılım ve bilgilerin paylaşımı sağlanarak, mevcut bilişim hizmetinin; bilgisayarlar ve diğer aygıtlardan elektrik dağıtıcılarına benzer bir biçimde bilişim ağı (tipik olarak İnternet'ten) üzerinden kullanılmasıdır.

Bulut sözcüğü dosyaların sağlandığı konumu işaret etmektedir. Klasik bir algı olarak işlem yapma ve saklama konumlarının aynı aygıtta bulunması durumu klişeleşmiş bir durumdur. Ancak saklama boyutu bulutlara yani saklama ve altyapı hizmeti barındıran hizmetlere doğru kaymaktadır. Bu gidişin ilk öncü uygulamaları, İnternet sağlayıcıları tarafından, yedekleme amacıyla sunulan bulutlardır. Örneğin, Türkiye'de hizmet veren bir İnternet sağlayıcısı olan TTNET; TTNET Bulutu adlı hizmetle Türkiye piyasasına girmiştir. Google gibi uluslararası bilişim şirketleri ise; Google Drive gibi çevrim içi bilgi işleme özelliği sunan uygulamalar geliştirmiştir. Ayrıca; Microsoft ve Intel gibi büyük teknoloji firmaları da; bu teknolojiyi bilişim tüketicisine sunmuştur. Bilgisayar kuramcıları tarafından İnternet'in geleceğinin bulut bilişimden geçtiği iddia edilmektedir. Buna göre gelecekte, bilgisayar hard disklerinin yerine çevrim içi bulutların kullanılacağı ön görüşü hakimdir.

Bu bilişim aygıtlarında herhangi bir altyapı hazırlamadan, tamamen çevrim içi ağ vasıtasıyla işlevsel uygulamalara ulaşmak anlamına gelmektedir. Bu sektörün gelişmesiyle, özellikle bilişim teknolojisi tüketen toplumlarda birçok bilgi dağıtımı

sağlayan firmanın önemli bir konuma geleceği, hatta sektördeki rekabetin hukuksal sorunlara neden olabileceği tartışılmaktadır. Çünkü tüm bilgi-işlem uygulamalarının çevrim içi altyapıya kaydırılmasına giden yol; kişisel bilgilere istenilmeyen erişimleri doğurabilme tehlikesini taşımaktadır.

2.5.2. Bulut (Cloud) tarihi

Bulut bilişimin temel kavramı 1950'lere dayanmaktadır. Üniversite ve şirketlerde kullanılan büyük boyutlu ana bilgisayarlara zayıf istemciler tarafından ulaşılabilirdi. Bir ana bilgisayar alınması şirket sahipleri için biraz tuzlu olduğundan, var olan bu bilgisayardan en iyi şekilde faydalanılması büyük önem taşımaktaydı. Piyasada zaman paylaşımı olarak bilinen, birçok kullanıcının bilgisayarı hem fiziksel erişimde hem de CPU kullanımında paylaşmasına izin veren, bilgisayarın boş kalma süresini elimine eden sistem, bilgisayarlardan en iyi şekilde yararlanılmasını sağlamıştır. Araştırmacılara göre bulut bilişimle ilgili ilk çalışmalar 1950'lerde bilim adamı olan Herb Grosch'un bütün dünyanın aptal(dumb) terminaller kullanarak 15 adet büyük veri merkezinden çalışan bir sistem kullanacağı varsayımına dayandığını belirtirler. Bu güçlü bilgisayarların çok pahalı olduğundan, GE'nin GEISCO, Tymshare, National CSS, Dial Data, Bolt, Beranek and Newman gibi şirketler kendilerine ait olan bu bilgi işlem kapasitelerini zaman paylaşımı ve çeşitli düzenlemelerle ticari bir girişim olarak pazarlamışlardır. İlk gerçek bulut bilişim hizmeti olarak Amazon S3 2006 yılında hizmete girdi. Bununla birlikte asıl buluş S3 için geliştirilen fiyatlandırma modeli olmuştur. Kullandıkça öde modeli şu an bulut hizmetleri fiyatlandırılmasında defakto standart olmuştur. 2008'de Eucalyptus ilk açık kaynak, özel bulutların yerleştirilmesi için kullanılan Amazon Web Services-API uyumlu platform oldu. Sonrasında Avrupa komisyonu tarafından desteklenen RESERVOIR projesi, hibrid (karma) ve federasyon bulutlarını uygulayan ilk açık kaynak yazılım oldu. Aynı yıl içerisinde IRMOS Avrupa Komisyonu tarafından desteklenen proje kapsamında yapılan çalışmalar bulut tabanlı altyapıların hizmet kalitesinde garanti vermektedir. Bulut bilişim gelişimi asla bitmeyen bir süreçtir.

2.6.Raspberry Pi

2.6.1. Mikro işlemciler ve tarihi

Mikroişlemci, işlemci (bazen kısaltma olarak μ P kullanılır) ana işlem biriminin (CPU) fonksiyonlarını tek bir yarı iletken tüm devrede (IC) birleştiren programlanabilir bir sayısal elektronik bileşendir. Mikroişlemci, ana işlem birimindeki kelime boyutunun 32 bit ten 4 bit e düşürülmesiyle doğmuştur. Böylece, ana işlem biriminin mantıksal devrelerinin transistörleri tek bir parçaya sığdırılabilmektedir. Bir veya daha çok mikroişlemci, tipik olarak bir bilgisayar sisteminde, gömülü sistemde ya da bir mobil cihazda ana işlem birimi olarak görev yapmaktadır. 1970'lerin ortalarından itibaren mikroişlemciler, mikrobilgisayarların doğuşunu mümkün kılmıştır. Bundan önce, tipik olarak elektronik ana işlem birimleri, sadece birkaç transistöre eşdeğer büyük, ayrık anahtarlama (switching) aygıtları (daha sonra small-scale tüm devreler) kullanılarak yapılyordu. İşlemciyi, bir ya da birkaç large-scale tümdevre (binlerce veya milyonlarca ayrık transistörün eşdeğeri) içine gömmekle işlemci gücü fiyatı büyük ölçüde düşürüldü. 1970'lerin ortalarında tüm devrelerin doğuşuyla mikroişlemci, diğer bütün türleri değiştirip, ana işlem biriminin yapımında en yaygın yol oldu. Performansın yıllar boyu sürekli artışı söz konusu olunca, mikroişlemcilerin evrimi Moore Kanunu'na uyar. Bu kanun bir tüm devrenin karmaşıklığının, en düşük bileşen maliyetine göre her 24 ayda iki katına çıktığını söyler. Bu görüşün doğruluğu 1970'lerin başından beri kanıtlanmıştır. Hesap makineleri için sürücü olarak başladıkları alçakgönüllü yolculukta, güçlerindeki sürekli artış, mikroişlemcilerin diğer bilgisayar biçimleri arasında dominant olmasını sağladı. Günümüzde, en büyük ana bilgisayarlardan, en küçük el bilgisayarlarına kadar her sistem çekirdeğinde mikroişlemci kullanılmaktadır.

2.6.2. Raspberry Pi nedir?

Tek kart bilgisayar, üzerinde bir bilgisayarın çalışması için gerekli donanımlara sahip olan küçük ve az güç tüketen kartların tamamına verilen isimdir. Boyutları ufak bu kartlar genellikle işlemci (CPU), grafik işlemci (GPU) ve RAM'e ayrıca dış dünyayla

bilgi alışverişi için bağlantılara (USB, Ethernet) sahiplerdir. Az elektrik harcar ve mekanik/hareketli parça bulundurmaz. Genel kullanım alanı gömülü sistemler olsa da bu bilgisayarlar hobi ve günlük işler için de kullanılır.



Şekil 1 – Raspberry Pi 3

Raspberry Pi, İngilterde bulunan Raspberry Pi Vakfı tarafından desteklenen; öğrenci, amatör ve hobicilerin kullanımına sunulan kredi kartı büyüklüğünde, tek bir board'dan oluşan mini bilgisayardır.

Ürün 2009 yılından beri Raspberry Pi Foundation tarafından geliştirilmektedir. İlk satışı 29 Şubat 2012'de başlamıştır. A modeli 128 MB Ram olarak tanıtılmasına rağmen satış öncesi değişiklik ile 256 MB Ram ile piyasaya sürülmüştür. Raspberry Pi'nin A ve B olmak üzere iki modeli piyasaya sürülmüştür. B modeli 2 Adet USB, bir adet Ethernet girişine sahipken, A modelinde sadece 1 adet USB girişi bulunmaktadır. USB girişleri sayesinde her iki model de, standart tak-çalıştır USB mouse ve klavyeler ile sorunsuz çalışmaktadır. 20 Nisan 2012 tarihinden itibaren Raspberry Pi'nin A ve B modelleri açık kaynak olarak kullanıma sunulmuştur. İsteyen herkes tüm devre çizimlerine ve teknik ayrıntılarına ulaşabilmektedir.

Günümüzde Raspberry Pi 2, Raspberry Pi 3, Raspberry Pi Zero gibi modelleri de mevcuttur.

Raspberry Pi'yi normal bir bilgisayar olarak ya da üstündeki pinleri kullanılarak elektronik çözümler geliştirmek için bir platform olarak kullanılabilir.

2.7.Python

Python, nesne yönelimli, yorumlamalı, birimsel (modüler) ve etkileşimli yüksek seviyeli bir programlama dilidir. Girintilere dayalı basit sözdizimi, dilin öğrenilmesini ve akılda kalmasını kolaylaştırır. Bu da ona söz diziminin ayrıntıları ile vakit yitirmeden programlama yapılmaya başlanabilen bir dil olma özelliği kazandırır.

Modüler yapısı, sınıf dizgesini (sistem) ve her türlü veri alanı girişini destekler. Hemen hemen her türlü platformda çalışabilir. (Unix, Linux, Mac, Windows, Amiga, Symbian).

Python ile sistem programlama, kullanıcı arabirimi programlama, ağ programlama, web programlama, uygulama ve veritabanı yazılımı programlama gibi birçok alanda yazılım geliştirilebilir. Büyük yazılımların hızlı bir şekilde prototiplerinin üretilmesi ve denenmesi gerektiği durumlarda da C ya da C++ gibi dillere tercih edilir.

2.8.SmartPi Modülü



Şekil 2 – SmartPi Modülü Stc013 Sensörler ile birlikte

SmartPi modülü, Enerji ölçümünü Raspberry Pi ile birlikte sağlayan bir üründür.

SmartPi Raspberry Pi'yi voltaj ölçümü ve temassız akım ölçümü için arabirimlerle genişletmektedir. Böylece güç tüketimini ve güç üretimini kontrol edebilen ve kaydedebilen ve onu ağda veya İnternette kullanıma sunabilen tam teşekküllü bir akıllı

sayaç haline getirebilmektedir. Sct013 sensörleri ile birlikte kullanılır.

2.9.STC 013 Sensörü



Şekil 3 – Stc 013

Diğer transformatörler gibi, akım transformatörü (CT) de birincil sargı, ikincil sargı ve manyetik bir çekirdekten oluşur. Tüm bina akımlarının veya ana kol akımlarının izlenmesinde birincil sargı yerine canlı veya nötr hat geçer. İkincil sargı ise birçok sarımdan oluşmuştur ve transformatör kılıfıyla sarılmıştır.

Birincil sargıdan geçen alternatif akım çekirdek üzerinde bir manyetik alan oluşturur ve bu manyetik alan ikincil sargıda bir akım indükler. Akım transformatörleri alternatif akımı ölçmek için kullanılan sensörlerdir. SCT-013-030 (30A max), sensörü özellikle tüm binanın veya herhangi bir devrede yüksek akımların veya ana kol akımının ölçülmesinde özellikle faydalı bir sensördür. Split Core (Ayrık nüve) tipli akım transformatörleri özellikle DIY uygulamalar için kullanışlıdır. Herhangi bir yüksek akım çalışması yapmaya gerek kalmadan canlı veya nötr hatta bağlantı yapılabilir.

3. UYGULAMA

3.1.Raspberry Pi İmage Kurulumu ve Montaj



Şekil 4 – SmartPi Kutusu, Smart Pi ve Raspberry Pi

Şekil 4’te soldaki cihaz SmartPi’nin ilk versiyonudur. Raspberry Pi ile uyumlu olan SmartPi pinleri direkt olarak Raspberry Pi’a bağlanantısı sağlanabilir ve iki kart onlara özel tasarlanmış kutuya monte edilebilir



Şekil 5 – SmartPi ve Malzemelerin Tamamı

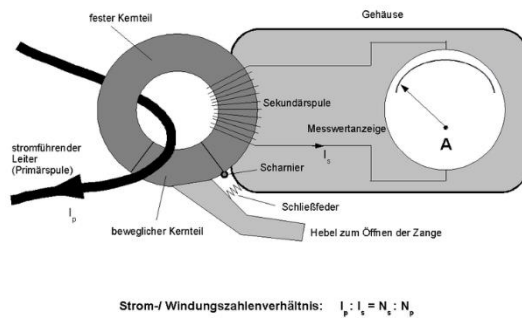
Şekil 5’te Raspberry Pi ile SmartPi2’nin pin bağlantıları ve kutuya monte edilmiş hali bulunmaktadır. Stc 013 sensörleri de eklenmiştir. Pin bağlantıları Şekil 6’da gösterildiği gibidir.

SmartPi	RaspberryPi
SDA	SDA / PIN3
SCL	SCL / PIN5
PDIS (Power off for current)	GPIO5 / PIN7
LED	GPIO27 / PIN13
Relay	GPIO18 / PIN12
TXD (RS485)	GPIO14 / TXD / PIN8
RXD (RS485)	GPIO15 / RXD / PIN10
+5V	5V / PIN2 / PIN4
GND	GND / PIN6 / PIN9 / PIN14

Şekil 6 – SmartPi Raspberry Pi Pin Bağlantıları

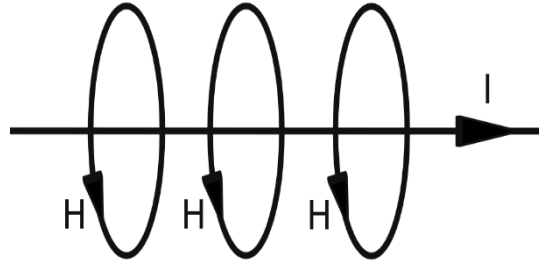
Raspberry Pi için SmartPi uyumlu SmartPi Image bulunmaktadır. Bu image kurulmuş ve bu işletim sistemi üzerinden Raspberry kullanıma hazır edilmiştir. Gerekli bağlantılar ve montaj da tamamlanıp ölçüme de hazır hale getirilmiştir.

3.2.SmartPi Temel Çalışma Prensipli



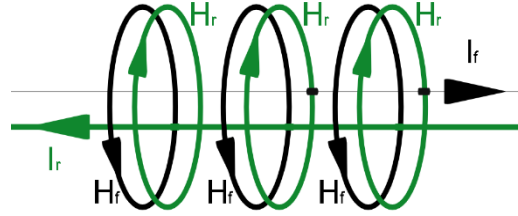
Şekil 7

SmartPi, elektrik akımını, dolaylı bir şekilde bir akım kısaç ölçeriyle aynı şekilde ölçer. Buradaki avantaj, devrenin bağlantısının kesilmesi gerekmemesi ve ölçümün temassız olmasıdır.



Şekil 8

İletken boyunca akan I akımı, iletken etrafındaki bir halka içinde hareket eden bir manyetik alan H üretir (Şekil 8). Akım, transformatör prensibine göre iletken, birincil sargı ve akım sensörü ikincil sargı olarak ölçülür.

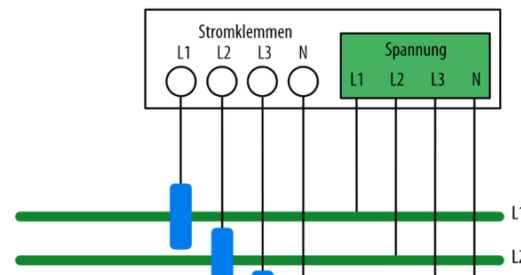


Şekil 9

İletken etrafına bir akım sensörü yerleştirilir ise, iletkenin manyetik alanı akım kelepçesinde ölçülebilen bir akımı tetikler (Şekil 7). Akım iki iletkenin ters yönde akarsa, ortaya çıkan manyetik alan iptal edilir, çünkü iki manyetik alan ters yönlere yönlendirilir (Şekil 9).

Akım sensörü akımı ölçmez. Faz ve nötr iletken bir akım terminali ile birbirine bağlanmamalıdır. Bir elektrikli cihazın (örneğin televizyonun) tüketimi ölçülecekse, besleme hattındaki bireysel iletkenler ayrılmalıdır. Akım kısılacı sadece akımın cihaza aktığı iletkenin etrafına yerleştirilmelidir. Akım sensörü tüm besleme hattının etrafına yerleştirilirse, SmartPi tüketimi ölçemez.

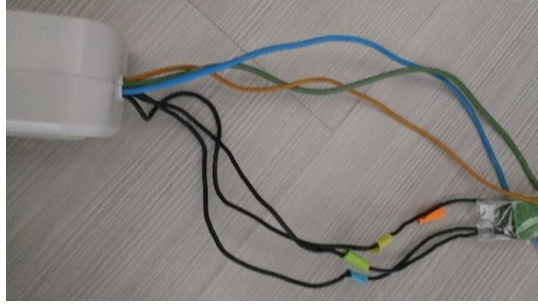
3.3.Ölçümleme



Şekil 10 – SmartPi Bağlantı Şeması

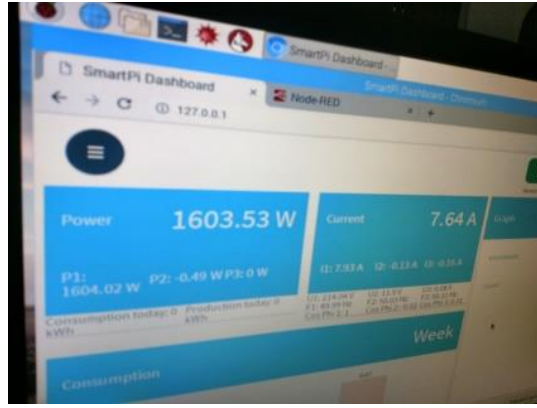
SmartPi ile alternatif akım ölçülebilineceğinden alternatif akım kaynağı olarak üçlü prizden gelen akımın kullanılmasına karar verildi. Bu sayede üçlü prize takılan herhangi elektrikli aletin ya da

cihazın harcadığı enerji ölçülebilir. Ölçüm yapabilmek için gerekli bağlantı Şekil 9’daki gibidir.



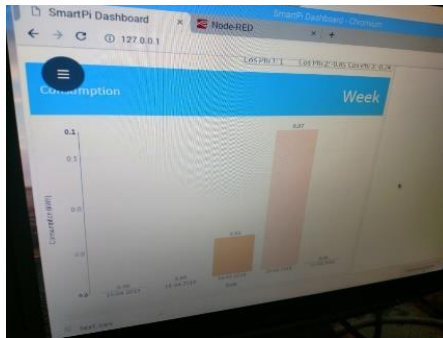
Şekil 11 – SmartPi Örnek Bağlantı

Şekil 9 ‘daki bağlantı için üçlü prizde bulunan sensörlerin takılacağı faz, nötr, topraklama hatları ve o hatlardan direkt olarak SmartPi’ye bağlanacak olan ana hatlar Şekil 10’daki gibi ayarlanmıştır.

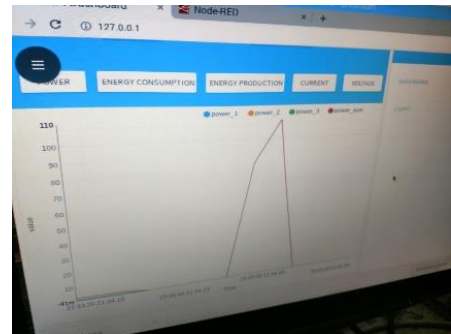


Şekil 12 – Örnek Enerji Ölçümü Değerleri

Gerekli bağlantılar sağlandıktan sonra çeşitli elektronik aletler prize bağlanıp ölçümler denenmiştir. Şekil 11’de bir su ısıtıcının çalışır halde iken harcadığı güç değerlerini oluşturan akımı frekanslar vb. değerler SmartPi Image’ı sayesinde direkt olarak Raspberry Pi ekranında gözlemlenebilmiştir.



Şekil 13 – Örnek Enerji Ölçümü Grafik 1

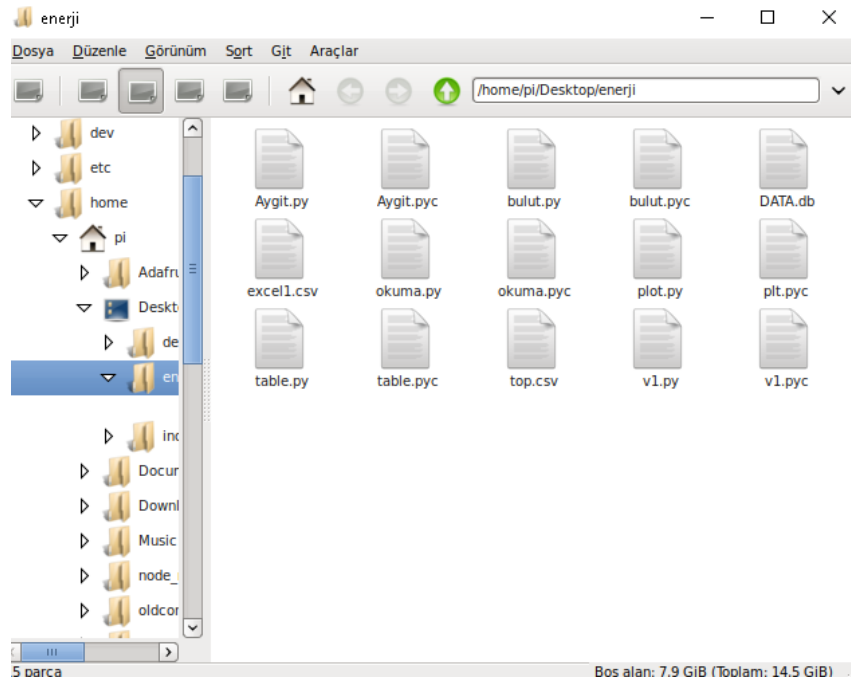


Şekil 14 – Örnek Enerji Ölçümü Grafik 2

Şekil 12 ve Şekil 13’te ölçümlenen verilerin çeşitli grafikleri mevcuttur.

3.4. Python ile Ölçüm ve Buluta (Cloud) Aktarma

Python ile ölçümleyebilmek için Raspberry Pi'nin pinlerden okunan verileri almak gereklidir. Bunun için Raspberry Pi'nin gerekli pin adreslerindeki verileri okuyacak ve gerekli hesaplamaları yapıp doğru sonucu veren kodlama Python üzerinden yapılmıştır.

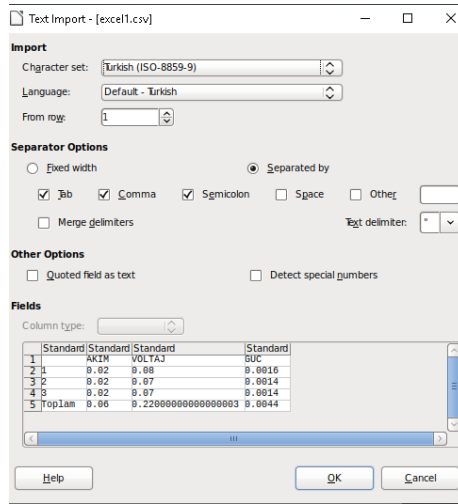


Şekil 15 – Raspberry Pi'daki Python Dosyaları

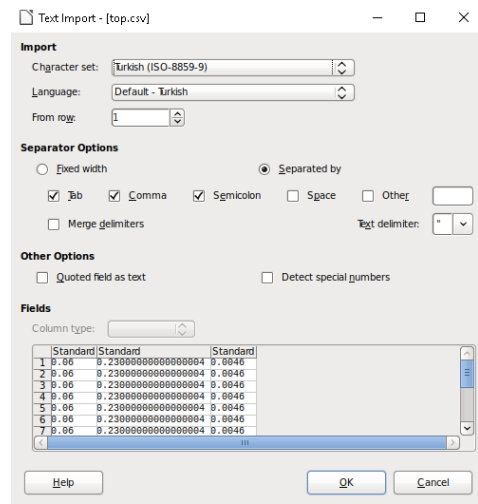
Şekil 15'te görüldüğü gibi Raspberry Pi'da Python ile programlama yapılırken farklı Python dosyaları oluşturulmuştur. Bu Python dosyaları okuma.py, plot.py, v1.py, blut.py, table.py şeklindedir. Buradan da anlaşılacağı üzere okuma dosyası verilerin okunmasını ve gerekli hesapların yapılmasını, bulut dosyası ölçümlerin buluta aktarılmasını, table ölçümlerin bir tabloya yazılıp excel formatında kaydedilmesini ve database'e kaydedilmesini sağlamaktadır. Bu dosyalardaki gerekli fonksiyonlar v1.py'de çağırıldığı için sadece v1.py dosyasını çalıştırmak ölçümlerin alınması, terminale yazdırılması, excel formatında kaydedilmesi, database'e kaydedilmesi ve bulut a aktarılması için yeterli olacaktır. Ayrıca plot dosyası ayrı olarak çalıştırılırsa

ölçümleri yani toplam akım, toplam voltaj ve toplam gücü canlı olarak grafikte görmek mümkün kılınmıştır.

Şekil 16 ve Şekil 17’de kaydedilen excel formatlarının örneği görüntülenmiştir. Şekil 16’ de sadece en son ölçümlenen akım, voltaj, güç verilerinin hepsi kaydedilirken Şekil 17’ de toplam akım, toplam voltaj, toplam güç değerleri ölçüm devam ettikçe kaydedilmektedir.



Şekil 16 – Excel Örneği 1



Şekil 17 – Excel Örneği 2

```
pi@smartpi:~/Desktop/enerji $ python v1.py
Devam etmek istiyormusun?1
('Toplam Akim:', 0.06, 'Toplam Voltaj:', 0.24, 'toplam guc', 0.04)

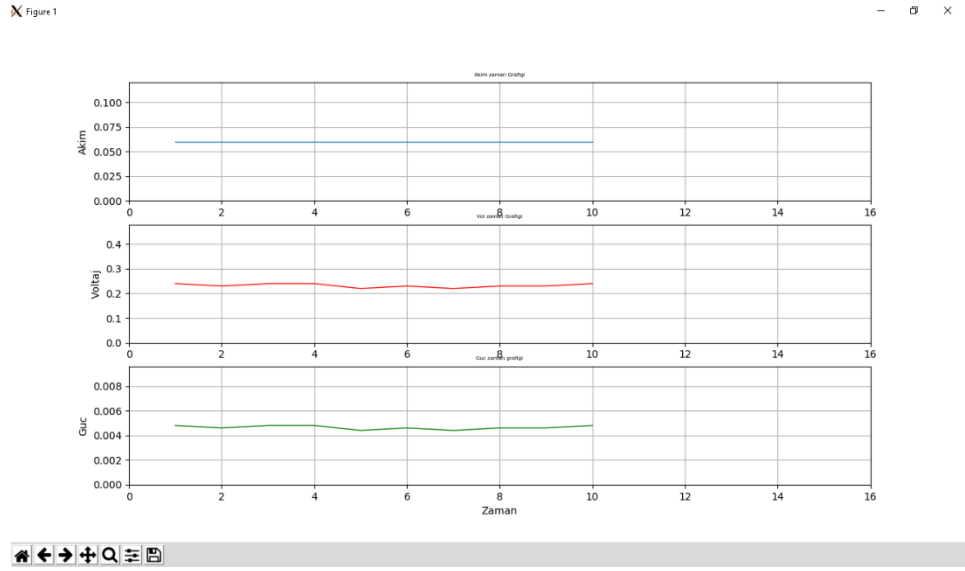
-----
Akim1:      0.02      Akim2:      0.02      Akim3:      0.02
Voltaj1:    0.08      Voltaj2:    0.08      Voltaj3:    0.08
Frekans1:   167.65    Frekans2: 301.18    Frekans3:   133.33
Cos Phil:   0.23      Cos Phil: 0.46      Cos Phi3:  -0.24
-----

P1: 0.0016      P2: 0.0016      P3: 0.0016
P4: 8.33782e+07 P5: 8.33782e+07 P6: 8.33782e+07
P7: 0           P8: 0           P9: 0
p10: 4.29497e+09 p10: 4.29497e+09 p10: 4.29497e+09
-----
```

Şekil 18 – Python ile Terminalde Görüntülenen Ölçüm Değerleri

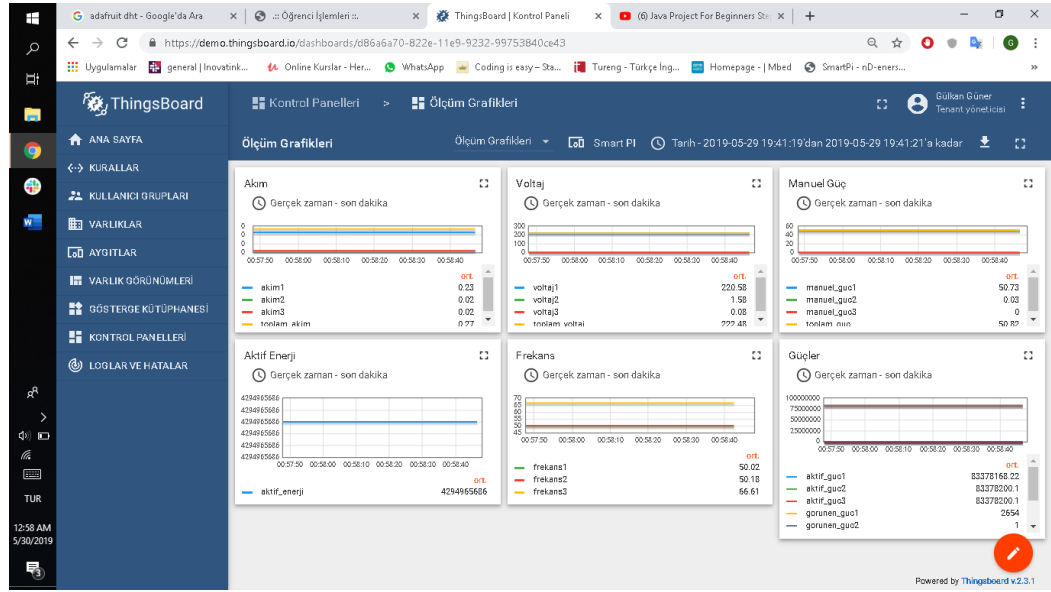
Şekil 18’de ölçümlenen verilerin tamamı (akım, voltaj, güç, frekans, cosphi) terminal ekranına yazdırılmıştır. v1.py çalışmaya devam ettikçe anlık olarak değerleri ekrana yazdırmaya ve buluta aktarıma sürekli devam edecektir.

Şekil 19’da plot.py de oluşturulan canlı figüre ekranı görüntülenmiştir. Toplam akım, toplam voltaj ve toplam güç anlık olarak gözlemlenebilmektedir.



Şekil 19 – Python ile Çizdirilen Canlı Değerler Grafiği

Ölçümlenen verilerin bulut a aktarılması ve oradan çevrimiçi olarak gözlemlenebilmesi için ThingsBoard kullanılmıştır. Thingboard.io web adresinde cihaz yönetimi, veri toplama, işleme ve görselleştirme işlemleri yapılabilmektedir.



Şekil 20 – ThingsBoard ile Uzaktan Takip

Şekil 20’de akım, voltaj, manuel güç, görünen güç, aktif güç, aktif enerji, frekans değerleri ayrı gruplar halinde canlı şekilde görselleştirilmiştir.

4. SONUC

Enerji ölçümü Raspberry Pi’da gömülü olan yazılım ve Smart Pi modülü ile sağlanmıştır. Sağlanan bu ölçüm ThingsBoard üzerinden canlı olarak takip edilebilmektedir.

Bu proje sayesinde endüstriyel ortamlar veya evlerde kullanılan enerjinin takibi sağlanabilecektir. Harcanılan enerjinin analizi ile elektrikli aletlerin vb. harcadığı enerjinin tasarrufu sağlanabilir. Ayrıca olağanüstü bir durum uzaktan gözlemlenebilip müdahale edilebilecek bu sayede elektrikle alışan bu makinaların ya da aletlerin güvenliği de sağlanabilir.

5. EKLER



Şekil 21 - PROJE AFİŞİ



Şekil 22 - PROJE SERGİSİNDEN BİR KARE

6. KAYNAKLAR

enerserve.eu/en/smartpi.html

github.com/nDenerserve/SmartPi

stackoverflow.com

tr.wikipedia.org/wiki/Enerji

tr.wikipedia.org/wiki/Elektrik_enerjisi

elektrikrehberiniz.com/elektrik/elektrigin-tarihcesi-5062/

[tr.wikipedia.org/wiki/Alternatif_akım](http://tr.wikipedia.org/wiki/Alternatif_akim)

sayinenerji.com/enerji-analizi-ve-harmonik-olcumu/

[tr.wikipedia.org/wiki/Bulut_bilişim](http://tr.wikipedia.org/wiki/Bulut_bilisim)

tr.wikipedia.org/wiki/Mikroişlemci

mucitiz.biz/blog/raspberry-pi-nedir/

[cloppe.com/post/6126/Python-\(programlama-dili\)](http://cloppe.com/post/6126/Python-(programlama-dili))

robotsepeti.com/non-invasive-ac-current-sensor-sct-013-30a-max

7. ÖZGEÇMİŞ

Gülkan Güner 1997 yılında İstanbul'da dünyaya gelmiştir. İlköğretimini Kalamış İlköğretim Okulu'nda, Liseyi 50. Yıl Tahran Anadolu Lisesi'nde olmak üzere İstanbul'da tamamlamıştır. 2015 yılında Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü'nde öğrenim görmeye hak kazanmıştır. 2017 senesinde elektronik stajını İstanbul'da İnovatink adlı kurumda ve 2018 yılında mekanik stajını Yalova'da Sefine Tersanesi'nde tamamlamıştır. 2018-2019 öğretim yılının güz döneminde öğrenci değişim programı olan Erasmus ile Hırvatistan'ın Zagreb şehrinde Zagreb University of Applied Sciences'da öğrenim görmüştür. Şu an Karabük Üniversitesi'nde öğreniminin son senesini icra etmektedir.