

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU



PROJE ADI

HİDROELEKTRİK SANTRAL (HES) PROTOTİP CİHAZIN
TASARIMI, İMALATI VE PLC TABANLI SCADA
OTOMASYONU UYGULAMASI

TAKIM ADI

ENDÜSTRİYEL KORSANLAR 5.0

BAŞVURU ID

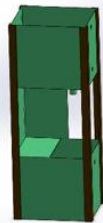
64844

İçindekiler

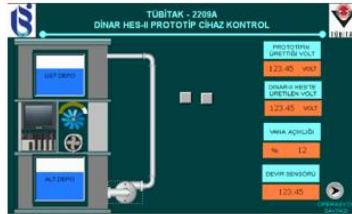
1. Proje Özeti.....	3
2. Problem/Sorun.....	3
3. Çözüm.....	3-4
4. Yöntem.....	4
4.1. Materyel.....	4
4.1.1. Delta DVP PLC ve DOP HMI Panel.....	4
4.1.2. Devir Sensörü, Seviye Sensörü, Elektrikli Oransal Vana ve Dalgıç Pompa.....	4-5
4.2. Mekanik Tasarım ve İmalat	5-7
4.3. Elektrik-Elektronik Sistem Tasarımı.....	7
4.4. Kontrol Yazılımın Geliştirilmesi.....	8-9
4.5. Bulgular ve Tartışma.....	9-10
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü	10
6. Uygulanabilirlik	10
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	10-12
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar).....	12
9. Riskler.....	12
Kaynakça.....	13

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Dünyamız ve ülkemiz için yenilenebilir enerji kaynaklarının ve bu konu ile ilgili yapılan çalışmaların önemi her geçen gün artmaktadır. Son zamanlarda ülkemizde de hidroelektrik santrallerinin sayısı artmaktadır. Projede, hidroelektrik santralin (HES) cihazın prototip ve otomasyonu gerçekleştirilip gerçek veriler ile gerçek santralin eş zamanlı elektrik üretimi yapan prototip cihazın tasarımı, imalatı ve kontrol yazılımı gerçekleştirilecektir. Afyonkarahisar ili Dinar ilçesinde yer alan 3MW kurulu güce sahip hidroelektrik santralinin çalışma şartları SCADA ortamına aktarılıp, touch panelde görüntülenecektir. HES prototip cihazın üzerinde üretilen elektrik enerjisi, türbin çark açıklık dereceleri ve su seviyesinin ölçümleri paralel şekilde yer alacaktır. Su akış oranı, devir sayısındaki değişimler, 4 farklı türbinden üretilen gerilim değerleri ve gerçek veriler yansıtılarak SCADA ekranı üzerinde gösterilecektir. Böylece öğrencilerin santrale gitmeden, elektrik enerjisinin üretimindeki süreçleri kapsayan; şalt sahası, kumanda odası, türbin ve generatör bölümü projede gerçekleştirilen HES prototipi ile eğitimlerini uygulamalı olarak işleyebileceklerdir. Bunun yanında zaman ve ulaşım sorunu, maliyet gibi faktörlerden elimine edilmiş olunacaktır. Ayrıca gerçek bir santralin verileri ile senkronize bir sistem olduğu için ülkemizde yer alan eğitim kurumlarında Elektrik enerjisi üretim, iletim ve dağıtım derslerine temel altyapısı oluşmuş olacaktır. Projedeki nihai hedef, her türlü parametresine müdahale edilebilen, tamamen ekibimiz tarafından nitelikli bir HES prototip cihazı tasarlayıp imal etmektir. Projemiz Tübitak 2209-A ile desteklenmektedir.



Şekil 1. Ana Gövde



Şekil 2. SCADA Ekranı



Şekil 3. Pelton Türbin

2. Problem/Sorun:

Ülkemizde eğitim kurumlarında uygulamalı derslerin işlenmesi sırasında sanayide bulunamama veya eğitim kitlerinin yetersizliği dikkat çekmektedir. Bu sorun Teknik derslerin yeterince anlaşılması ve öğrencilerin bu konularda verimli çalışmaması gibi sorunları beraberinde getirmektedir.

3. Çözüm

Öğrencilerin eğitim döneminde sanayide bulunamama veya eğitim kitlerinin yetersizliği sorununu ortadan kaldırmak için birçok teknik alanı (otomasyon, enerji üretim vb.) içinde barındıran proje yapmayı planladık. Projemiz her türlü parametresi değiştirilebilen, tasarımı özgün olan HES prototipinin yenilenebilir enerji üretilip, tasarladığımız SCADA ekranında gerçek verileri göstererek günümüzde çalışmakta olan santralin prototipini veri işleme

metoduyla gerçekleştiren nitelikli, düşük maliyetli bir HES prototip cihazı tasarlamak, imal etmek ve kontrol yazılımını gerçekleştirmektir. Böylece ülkemizde yer alan eğitim kurumlarında elektrik enerjisi üretim, iletim, dağıtım, endüstriyel otomasyon ve kontrol derslerine temel altyapı oluşturmuş olacaktır. Sorun uygulamalı eğitimlerin gerçekleştirilememesi ve çözüm olarak farklı alanları bir araya getiren prototip tasarımı ve imalatı baz alınarak yapılmıştır. Eğitime katkısı dersler sırasında işlenen teorik bilgileri uygulamalı olarak işleyebilme imkanı sağlar.

4. Yöntem

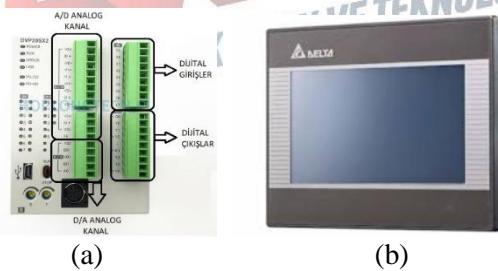
4.1 Materyal

Çalışmada, materyal olarak Delta PLC, HMI Panel, oransal vana, dalgıç pompa, su akış sensörü, sıvı seviye sensörleri kullanılmıştır.

4.1.1 Delta DVP PLC ve DOP HMI Panel

PLC içinde giriş/çıkış birimi olan, ardışık pozisyon kontrol yapabilen işlemci, zamanlayıcı-sayıcı, analog kanal gibi kontrol işlemlerinin gerçekleştirilebildiği kontrol sistemidir. PLC-haberleşme protokolleri ile otomasyon sistemlerine kolayca entegrasyon sağlanabilir [1]. Çalışmada, Delta DVP SX2 PLC tercih edilmiştir. Şekil 4a'da gösterildiği gibi DVP SX2 PLC özellikleri; 8 giriş, 6 çıkış, 4 analog giriş, 2 analog çıkış bulunmaktadır. Analog giriş ve çıkışlar $-20\sim+20\text{mA}$, $-10\sim+10\text{V}$, $4-20\text{mA}$ şeklindedir. PLC üzerinde dahili RS-232 ve RS485 port, master veya slave yapılabilmek imkanı sahiptir.

Çalışmada Şekil 4b'de gösterildiği gibi kullanılan Delta DOP B07411 HMI (İnsan – Makine Arayüzü) panel kullanılmıştır. Delta DOP B07411 HMI, ARM9 32-bit RISC işlemci kontrol edilmektedir. USB, RS232 ve RS-485 haberleşme protokollerine sahiptir. 7" ekran boyutuna sahip olup 65536 renk TFT LCD ekrana sahiptir. [2].

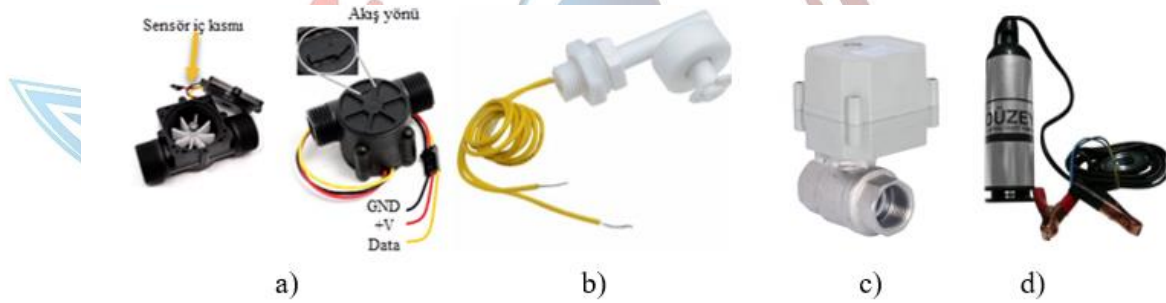


Şekil 4: Kontrol elemanların görüntüsü a) Delta DVP- PLC SX2 b) HMI B07411 HMI

4.1.2 Devir Sensörü, Seviye Sensörü, Elektrikli Oransal Vana ve Dalgıç Pompa

YF-S201 devir sensörü sızdırmazlık ve dijital çıkış verme özelliklerine sahip su akış ve hidrolik basınç sensörüdür (Şekil 5a.). Devir sensörü, içerisinden akan su pervaneyi döndürmesi ile devir sayısı çıkışını veren bir sensördür. Sensörün çalışma gerilimi DC5V-24V çalışma akımı ise 15mA'dır. Pervanenin tur sayısı hall-effect manyetik sensörler ile ölçülmektedir.

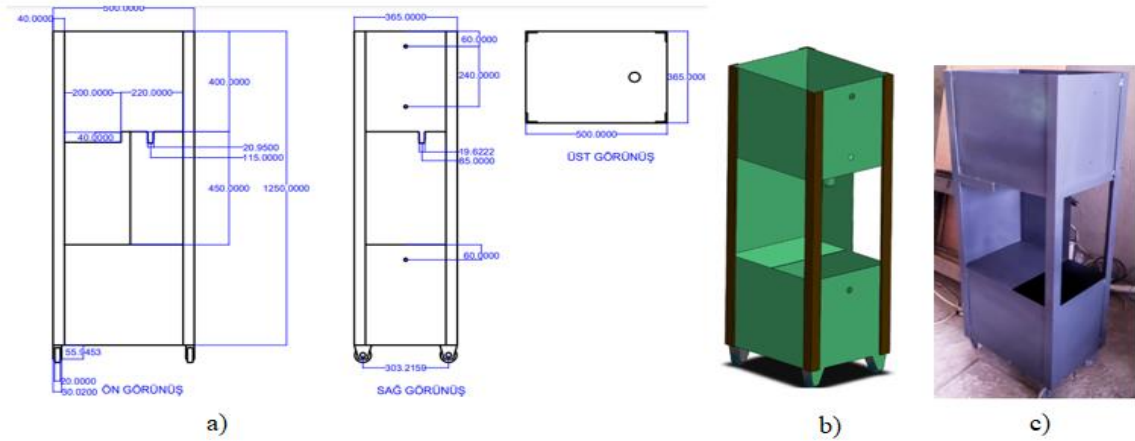
Sensörün ölçüm yaptığı debi 1-30L/dakika ve su basıncı ise ≤ 75 MPa şeklindedir. Şamandıralı sıvı seviye sensörü yüzer plastik gövdeye sahiptir. (Şekil 5b). Sensör normalde açık (NO) ve normalde kapalı (NC) olmak üzere iki adet kontağa sahiptir ve dolu tanklardaki sıvı seviyesini algılanması kontakların açık veya kapalı olmasına bağlı olan bir sensördür. Sensörün maksimum anahtarlama voltajı 100V DC akımı ise 0.5A'dır. Sensörün dayanabileceği maksimum güç akımı ise 1A'dır. Oransal vana sistemdeki akışkanı, istenen anda durdurmaya, debisini ayarlamaya ya da akışını serbest bırakmaya izin veren vana çeşididir. Duravis EVP15-S2-C5 oransal vana 4-20 mA analog kontrol edilebilen 9-24V DC beslemeli ve 500 mA'e kadar akım çeken vanadır. Vananın giriş çıkış ölçüleri G1/2'dir 10 bara kadar dayanıklıdır (Şekil 5a). Dalgıç pompa tamamen sıvının içerisinde bulunacak şekilde kullanılan ve gövdesine yakın bir şekilde hava geçirmez olarak kapatılmış motorlu bir pompadır. Dalgıç tip pompaların ön önemli faydası pompa kavitasyonunu önlemesidir. Dalgıç pompalar vakum oluşturan ve atmosferik basınca dayanan jet pompalarının aksine sıvıyı yüzeye iter [3]. Düzey DZY-24B dalgıç pompa rekor kalınlığı 14 mm olan, 340 gram ağırlıklı, uzuluğu 180 mm ve çapı 40 mm olan bir üründür. Pompa 24V DC ile beslenip en fazla 2.5A çekmektedir(Şekil 5b)



Şekil 5: Sensörlerin dış görüntüsü a) YF-S201 devir sensörü b) Sıvı seviye sensörü c) Elektrik oransal vana görüntüsü d) dalgıç pompa görüntüsü

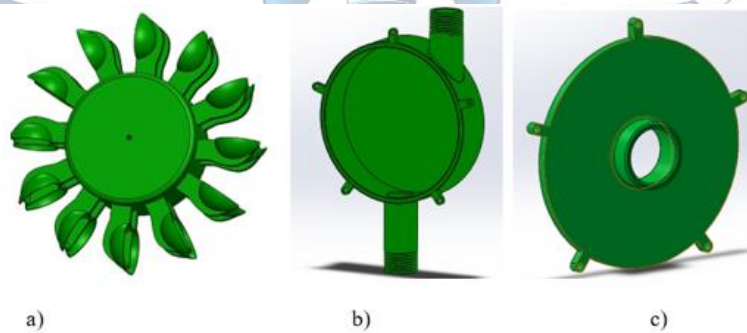
4.2. Mekanik Tasarım ve İmalat

Çalışmada, tüm materyalleri üzerinde barındıracak ve HES prototip santralin çalışmasını sağlayacak şekilde ana gövdenin mekanik tasarımı Solidworks programının Sheet Metal modülü kullanarak Şekil 6a'da teknik resimde gösterildiği gibi HES prototipin ana gövdesi, üstte ve altta olmak üzere suyun birikimi için iki adet su havuzundan ve iki havuz arasında yer alan elektrik panosundan oluşacak şekilde çizilmiştir. Şekil 6b'de HES prototip santralin 3B katı modelleme gösterilmiştir. Ayrıca ana gövde içerisinde oransal vana, su seviye sensörü bulunmaktadır. Her bir havuz 73 L su kapasitesine sahiptir. Şasenin hareket edebilmesi için alt kısımda 4 adet rulman tekerlek mevcuttur. Şekil 6c'de görülen şase imalatında 40x40mm ebatlarında 5 metre demir L profil ve 2 mm kalınlığında 50 kg sac levha kullanılmıştır. Bağlantı işlemi kaynak ile yapılmıştır. Boyama işlemi ile ana gövde imalatı sona ermiştir.

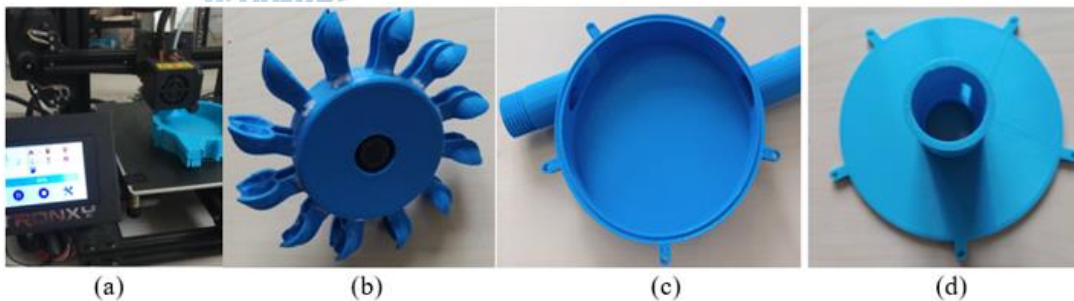


Şekil 6: Ana gövdenin tasarım ve imalat görüntüleri a) Teknik resim b) 3B Katı model c) İmalat görüntüsü

Ana gövdenin tasarım ve imalat işlemleri gerçekleştirildikten sonra bir diğer mekanik aksam olan ve elektrik enerjisi üretimi için kullanılan pelton türbin ve türbin kapakları SolidWorks programı ile ayrı ayrı çizilip montajı yapılmıştır (Şekil 7.) Şekil 7a’da gösterildiği gibi türbinin çapı 95 mm, genişliği 25mm ve çark sayısı 12 adet olacak şekilde çizilmiştir. HES prototip cihazında çarkın çapı ve dönme hızı etken parametrenin olmadığı ve daha alçak düşülerde kolayca çalışabilen pelton türbin tercih edilmiştir. Burada, pelton türbinini düşey olarak konumlandırılmıştır. Şekil 7b’de gösterilen dış kapak devir sensörü ile dinamo arasında bağlantısı yapılmıştır. Şekil 7c’de türbinin içindeki suyun dışarıya akmasını engellemek ve dinamonun sabit kalmasını sağlamaktadır.



Şekil 7: Pelton türbin ve kapaklarının görüntüsü a) Pelton Türbin b)Dış kapak c) İç kapak



Şekil 8: Pelton türbin imalat görüntüleri a) 3B yazıcı imalat b)Pelton türbin c)Dış kapak d) İç kapak

Çalışmada, açık kaynak kodlu Tronxy XY-2 FDM marka model numaralı 3B yazıcı ile Polylactic Acid (PLA) malzemeden pelton türbin, dış ve iç kapak imal edilmiştir (Şekil 9). 3B

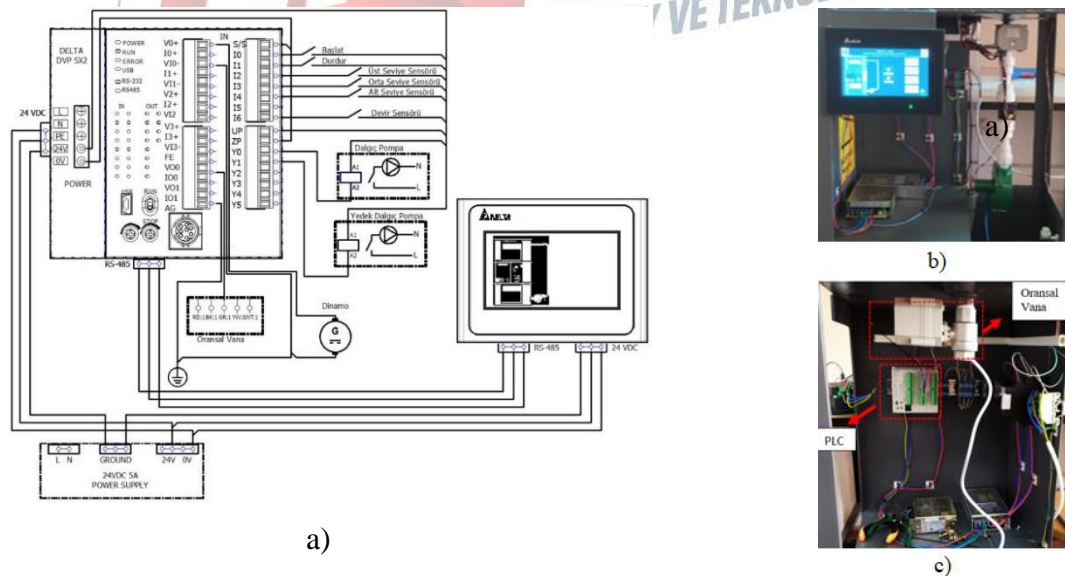
yazıcının sabit parametreleri ve teknik özellikleri Çizelge 1’de gösterilmiştir. Türbin ve türbin kapakları rulman aracılığıyla dinamoya yataklanmıştır. Türbin kutusu su sızdırma riskine karşı yüzeyi sprey vernik ile yalıtılmıştır ayrıca iki kapak arası sıvı conta ile izole edilmiştir.

Çizelge 1: 3B yazıcının sabit parametreleri ve teknik özellikleri

İsim	Birim	Boyutlar
İnşa Alanı	mm	255x255x260
Katman kalınlığı	mikron	20
Malzeme		PLA/ ABS/ HIPS/ WOOD/ PC/ PVC
Baskı Teknolojisi		Ergiyik Biriktirme Modelleme (EBM)
Filament çapı	mm	1.75
Nozul Çapı	mm	0.2 / 0.3 / 0.4
İmalat Boyutları	mm	478 x 455 x 520
İnşa Tabla Sıcaklığı		110 °C (max)

4.3 Elektrik-Elektronik Sistem Tasarımı

Çalışmada seviye ve devir sensörlerinden elde edilen veriler PLC üzerinden HMI operatör panel üzerinde gösterilmektedir. Şekil 9a’da elektrik elektronik devre tasarım diyagramı ve şeması verilmiştir. Sistemin DC beslemesi iki adet 24V DC güç kaynağı bağlantısı ile gerçekleştirilmiştir. Su havuzundaki suyun debisini ayarlamak için PLC DVP SX2 modelindeki analog kanalı (AD0)’a oransal vana bağlanmıştır. Oransal vananın çıkışına bağlı olan hall effect sensör olarak çalışan devir sensörü akan suyun dakikada devir sayısını dijital veri olarak PLC’ye ve HMI panel aktarılmıştır. Suyun seviye bilgileri seviye sensörleri ile sistem çalıştıkça veri bilgileri alınmıştır. Sıvı seviye sensörleri alınan bilgiye göre suyun devir daimi dalgiç pompa ile gerçekleştirilmiştir. Enerji üretimini sağlayan dinamo türbin kutusuna monte edilerek türbinin dönmesi ile elde edilen mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürüp 0-300mV arasında gerilim değerleri alınmıştır. Elektrik ve elektronik malzemelerin kontrolünü gerçekleştirilen Delta SX2 model PLC(Şekil 9c) ve Delta DOP HMI(Şekil 9b) panel sisteme monte edildikten sonra haberleşmeleri sağlanmıştır. İki ekipman arasında RS485 tip haberleşme kullanılmıştır. PLC ve DOP HMI Panel 24V DC güç kaynağından beslenmektedir.



Şekil 9: Elektrik-elektronik sistem görüntüsü a) diyagram b) pano devresi c) HMI devresi

4.4 Kontrol Yazılımın Geliştirilmesi

Delta DVP-SX2 PLC'nin giriş/çıkış tanımlamaları yapılmıştır. Buna göre start/stop, seviye ve devir sensörü giriş elemanları, ileri/geri yönde dalgıç pompa çıkış elamanı olarak bağlanmıştır. Ayrıca kontrol yazılımı için yardımcı kontaklar, zamanlayıcılar, analog/giriş çıkış, data bitleri kullanmıştır. PLC giriş çıkış bilgileri Çizelge 2'de detaylı biçimde gösterilmiştir.

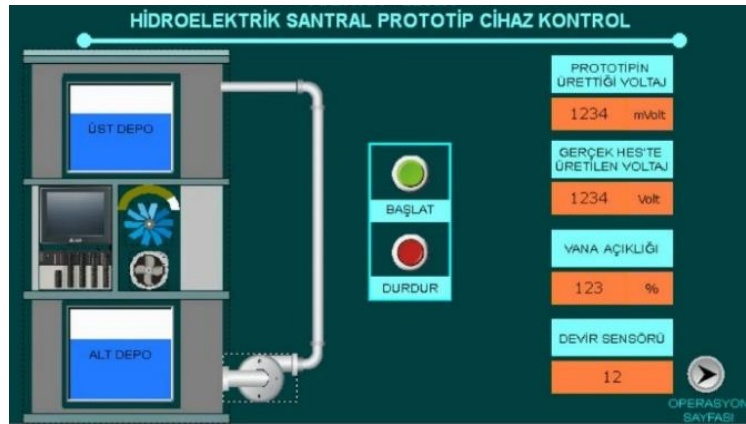
Çizelge 2. PLC giriş/çıkış ve data adresleri

	Dijital Girişler		Dijital Çıkışlar		Yardımcı Kontaklar
X0	Start	Y0	Dalgıç Pompa ileri	M0	Sistem Mühür
X1	Stop	Y1	Dalgıç Pompa geri	M1	Üst Sensör CMP
X2	Üst Seviye Sensörü		Data	M2	Üst Sensör CMP
X3	Orta Seviye Sensörü	D20~D22	Oransal SCL_1	M3	Üst Sensör CMP
X4	Alt Seviye Sensörü	D104	Sensör Vana Veri	M4	Üst TMR SET
X6	Devir Sensörü	D102	Kullanıcı Vana Veri	M5	Kullanıcı Bilgi CMP
	Analog Giriş-Çıkış	D120~D123	Alt Tank Animasyon	M6	Kullanıcı Bilgi CMP
A/D0	Oransal Vana	D124~D126	Üst Tank Animasyon	M7	Kullanıcı Bilgi CMP
D/A0	Dinamo	D140~D143	Oransal SCL_2	M8	Sensör Bilgi Yolla
	Zamanlayıcılar	D150	Devir Sensör Veri	M20	Devir Sensör CMP
T0	Sistem Başlama	D240~D243	Dinamo SCL_1	M21	Devir Sensör CMP
T1	Dolum Süresi	D244	Dinamo Değer	M22	Devir Sensör CMP
T3	Boşalma Süresi	D245	Dinamo Ekran	M25	Dinamo Analog CMP
T4	Pompa Bekleme	D340~D346	Dinamo SCL_2	M26	Dinamo Analog CMP
T5	Animasyon Süre	D500-D501	Vana Bilgi	M27	Dinamo Analog CMP

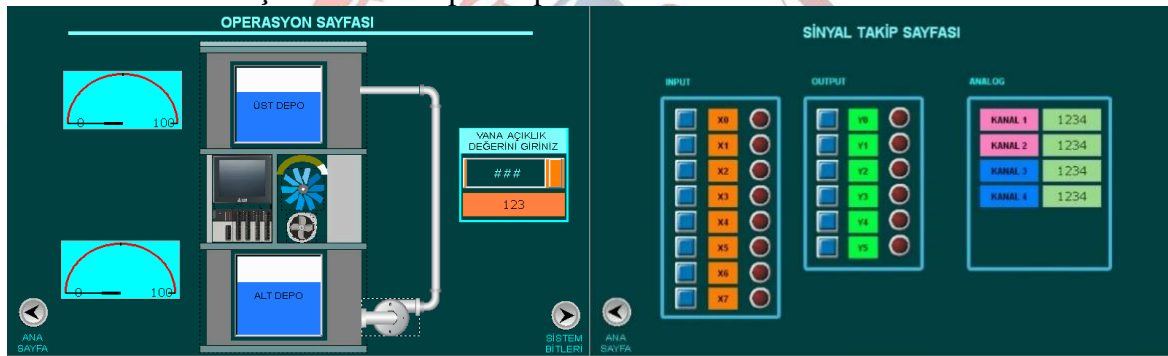
Çalışmada HES prototip cihaz Delta B07S411HMI üzerindeki SCADA sayfasından kontrol edilebilmektedir. HES Prototip cihazın SCADA tasarımı ana ekran, operasyon sayfası ve sinyal takip sayfası olmak üzere üç ekrandan oluşturulmuştur. Sistem çalışmaya başladığında pompa da çalışmaya başlamaktadır. Sistem üzerindeki algılayıcılardan alınan seviye ve devir bilgisi PLC'ye gönderilmiştir. Pompa; üst,orta ve alt seviye sensörlerinden alınan bilgiye göre çalışmaktadır. Gerçekleştirilen prototip sistem SCADA sayfasından çalıştırılabilmektedir. Sistem çalışmaya başladığında pompa çalışmaya başlar. Üst ve orta seviye sensörlerinin aktif olması durumunda pompa durur ve oransal vana tamamen açılır. Orta seviye sensörünün aktif olması durumunda türbine yetersiz su gitmemesini engellemek için oransal vana tamamen kapanır. Alt seviye sensörünün aktif olması durumunda alt havuzda su taşmasını engellemek için oransal vana tamamen kapanır. Sıvı seviye sensörlerinden alınan veriler PLC'ye gönderilir. Devir sensörü, oransal vananın açıklık oranına göre üst havuzdan akan suyun devri ölçer ve ölçülen devir değeri SCADA ekranı üzerinde gösterilir. Bu işlemler SCADA ekranından takip edilebilmektedir.

HES prototip santral çalıştırıldığında Şekil 10'da gösterilen SCADA ana ekran gelmektedir. Ana ekranda, oransal vana, devir sensörü, pelton türbin, pompa çalışma durumu ve su depoları animasyon şeklinde gösterilmiştir. Ana ekranda "Prototipin Ürettiği Enerji", "Gerçek Santralde Üretilen Enerji", "Vana Açıklığı" ve "Devir Sensörü" verileri anlık olarak takip edilebilmektedir. Şekil 11'de operasyon sayfasında kullanıcının oransal vana açıklık değeri veri girişi yapabildiği keypad bulunmaktadır. Girilen değer PLC'ye aktarılmakta ve oransal vana istenilen açıda çalışmaktadır. Böylece HES prototip santralin üst ve alt depodaki su miktarı,

çalışma durumu gözlemlenebilmektedir. Şekil 12’de gösterildiği gibi, sinyal takip sayfası programcıya ait bir sayfa olup sistemde kullanılan tüm giriş-çıkış bitleri ve dataları takip edebileceği sayfadır.



Şekil 10. HES prototip santral SCADA ana ekranı



Şekil 11. SCADA operasyon sayfası

Şekil 12. Sinyal takip sayfası

4.5. Bulgular ve Tartışma

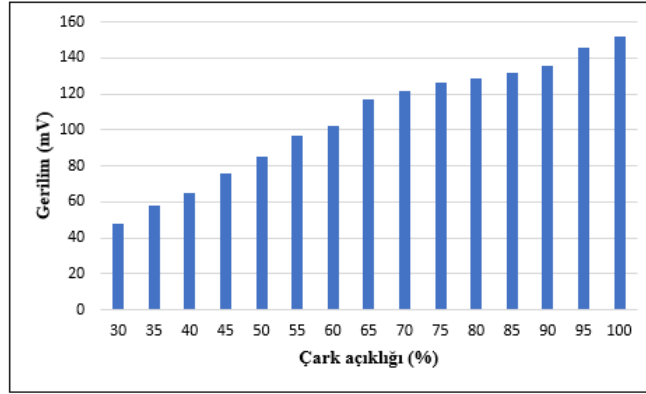
Çalışmada, pelton türbin tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. HES prototip cihazında sistem çalıştırıldığında çark açıklığının yüzde değerine göre pelton türbinin saniyedeki devir sayısı sensör ile ölçülmektedir. Buna bağlı olarak türbin dönüşünde dinamoda üretilen voltaj değeri mV olarak alınmaktadır. Çizelge 3’de suyun çark açıklığına bağlı olarak devir sensörü ve üretilen voltaj değerleri verilmiştir. Ayrıca gerçek HES’in aynı çark açıklığında üretilen gerçek Çizelge 3’de gerilim değerleri de gösterilmiştir.

Çizelge 3. HES prototip santral çark açıklığına göre üretilen gerilim değerleri

Çark Açıklığı	Gerçek Santralde Üretilen Voltaj (V)	Üretilen Voltaj (mV)	Devir Sensörü (devir/sn)
30	191	48	6
35	231	58	7
40	259	65	7
45	303	76	8
50	338	85	9
55	386	97	9
60	406	102	9
65	466	117	10
70	486	122	10
75	502	126	11

80	514	129	11
85	526	132	12
90	542	136	12
95	582	146	13
100	606	152	15

HES prototipin çalışmasında kullanıcı tarafından çark açıklığının oransal vana ayarlanarak suyun debisi değiştirilmektedir. Çalışmada, HES prototipin çark açıklık değerinin yüzde(%) değişimine bağlı olarak dinamoda üretilen gerilim değerleri Şekil 13'de gösterilmiştir.



Şekil 13. HES prototip santralin çark açıklığına bağlı dinamonun ürettiği gerilim değerleri

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projemizde özgün olarak kullanılan PLC yazılımı ve tasarlanan mekanik sistemi aracılığıyla gerçek barajlarda kullanılan pelton, turgo, françis gibi 4 farklı türbin ile enerji üretimi gerçekleştirecek ve bu enerji üretim verileri farklı türbinlere göre karşılaştırılabilecektir. Tek tip türbin ile alınan veriler rapor içerisinde belirtilmiştir.

6. Uygulanabilirlik

Projemiz eğitim kurullarında uygulamalı derslerde kullanılabilecek bir prototiptir. Üniversitelerde yer alan Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mekatronik Mühendisliği ve MEB Meslek liselerinde Elektrik, Elektronik ve Otomasyon, Pano Operatörlüğü bölümlerinde eğitim amaçlı kullanılacaktır. Projemizde yer alan otomasyon sistemi, enerji üretim faaliyetleri eğitim içerikleri ile entegre edilerek uygulamalı eğitim gerçekleştirilebilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Çizelge 4. Bütçe planlaması

Bütçe Planlaması	
Giderler	Fiyat(TL)
Sarf Malzeme Giderleri	1500
Makine Techizat Giderleri	1600
Hizmet Alımı Giderleri	650
Ulaşım Giderleri	250

Kullanılan malzemeler Çizelge 5'te listelenmiştir;

Çizelge 5. Kullanılan malzemeler

2mm demir sac	TRS 24 VDC 1CO Slim Röle	G3/4 Akış sensörü	No:2 Sıra Klemens	Otomat rayı	6.3 24VDC Güç kaynağı
24VDC 5A Güç Kaynağı	DC Motor(Di- namo)	2.5'lik Pano Klemensi	1'lik yüksük	0.75 bakır ka- blo	M3 somun
60W Anahtarlı Silikon Tabancası	Duravis Oransal Mini Motorlu Vana 1/2"	2.5'lik 140'lı kablo bağı	0,25'lik yüksük	CAT6 kablo	M3 12mm vida
220V Su Seviye Sensörü	Rulman teker	3.6'lık 200'lü kablo bağı	25x16 kablo kanalı	L profil	Redüksiyon bağlantı
					Filament

Çizelge 6. İş paketleri

İş Paketlerinin Adı	Gerçekleştirecek Kişi(ler)	Zaman Aralığı (Ay)	Başarı Ölçütü ve Projenin Başarısına Katkısı
HESin prototip mekanik tasarım ve imalat	1,2	0-2. Ay	Başarı Ölçütü: Tasarlanmış ve imal edilmiş HES prototipin su seviyesinin istenilen seviye (debi) ölçülmesi, oransal vana açıklığının sağlanması, üretilen elektrik enerjisinin istenilen değer aralığında olması ile bu aşama başarıyla tamamlanmış olacaktır. Projenin Başarısına Katkısı: %25 oranındadır.
Elektrik- Elektronik Sistem Tasarım ve Montajı	2	3-4. Ay	Başarı Ölçütü: Mekanik tasarımı ve imalatı yapılmış HES prototip cihazın elektronik sistem tasarımı ve bağlantıları ile sensörler ile PLC'nin sürekli sistemin geri beslemeli biçimde çalışabilmesi ile bu aşama başarıyla tamamlanmış olacaktır. Projenin Başarısına Katkısı: %15 oranındadır.
PLC ve SCADA kontrol sistemleri	1	4-6 Ay.	Başarı Ölçütü: Mekanik tasarımı ve imalatı yapılmış HES prototip cihazın PLC ve SCADA kontrol sistemlerinde çalışması kontrol edilmiştir. HMI operatör panel üzerinde gerçek veriler ile sistemin verileri senkronize bir biçimde gösterilmesi ile bu aşama başarıyla tamamlanmış olacaktır. Projenin Başarısına Katkısı: %25 oranındadır.
HESi özgün yazılım geliştirme	1,2,3	6-7.Ay	Başarı Ölçütü: Mekanik tasarımı ve imalatı yapılmış HES prototip cihazın özgün kontrol yazılım geliştirilmesi ile Gerçek santralin türbin ve Generatör verileri kayıt altına alınmış Excel sayfasında Mak-

			rolar kullanarak doğru biçimde HMI operatör paneline aktarılması ile bu aşama başarıyla tamamlanmış olacaktır. Projenin Başarısına Katkısı: %15 oranındadır.
HESi gerçek veriler ile prototip performans testi	1,2	7-9.Ay	Başarı Ölçütü: Mekanik tasarımı ve imalatı yapılmış HES prototip cihazın sistemin kullanılabilirlik testleri başarılı biçimde sürekli çalışması ile bu aşama başarıyla tamamlanmış olacaktır. Projenin Başarısına Katkısı: %20 oranındadır.

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Gerçekleştirdiğimiz HES Prototip ile enerji üretimi gerçekleştirip ve enerji üretim faaliyetini SCADA sistem ile izleyip kontrolünü gerçekleştirmesi ile üniversitelerde yer alan Elektrik Elektronik Mühendisliği, Mekatronik Mühendisliği ve MEB Meslek liselerinde Elektrik, Elektronik ve Otomasyon, Pano Operatörlüğü bölümlerinde eğitim amaçlı kullanılacaktır.

9. Riskler

Çizelge 7. Riskler ve risk yönetimi

Riskler	Risk Yönetimi(B Planı)
Havuz içerisinde yükseklikten kaynaklanacak yeterli basınç elde edilmemesi.	Tasarlanan havuz tasarımında revizyon yapılacak yeterli yükseklik sağlanacaktır.
Sensörlerin çıkışlarının hassasiyetinin istenilen düzeyde gerçekleşmemesi.	Hassasiyeti daha duyarlı olan sensörler ile optimum veriler elde edilecektir.
PLC ile sensörlerden elde edilen veriler ile HMI operatör panelinin haberleşme sorunu olması	Farklı haberleşme protokülü ile PLC-SCADA - sensör kapalı çevrimi başarılı bir biçimde sistem kurulması sağlanacaktır.
Gerçek veriler ile HES prototip cihazın ürettiği voltaj değerlerinin senkronize olmaması.	Deneme sayısı artırılarak ve veri tabanı kullanılarak senkronize durumu yakalanınca kadar yöntem takip edilecektir.
Literatüre uygun mekanik özellikleri sağlayacak HES prototip cihazın kontrol parametrelerinin elde edilememesi.	Kontrol parametrelerinin ara değerleriyle belirlenmesi yöntemi takip edilecektir.

Kaynakça

- [1] İnan S.A., Özsoy K., Delta DVP-PLC serisi programlama ve otomasyon, Nobel Akademi Yayıncılık, Ankara, (2020).
- [2] DeltaTurkey, <http://destek.delta-turkey.com/viewtopic.php?f=54&t=1585> , Erişim Tarihi: 30.03.2021
- [3] Gölcü M., Kanat sayısının dalgıç pompa performansına etkisi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(2): 127-133, (2002).

