

SU BORULARINDA ELEKTRİK ÜRETİMİ SAĞLAYACAK TÜRBİN TASARIMI VE PROTOTİP ÜRETİLEREK TEST YAPILMASI

Hakan MADEN^{a*}, Kerim ÇETİNKAYA^b, Ömer ŞABAN KAMBER^a

^a İhlas Ev Aletleri İML. San. Tic. A.Ş., TÜRKİYE

^b AKEV Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, Antalya, Türkiye

* Sorumlu Yazar: hakanmaden74@gmail.com

(Geliş/Received: 22.06.2020; Düzeltme/Revised: 20.11.2020; Kabul/Accepted: 16.01.2021)

ÖZ

Temiz enerji üretimi için her geçen gün yeni araştırmalar ve çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmaların hızlı şekilde üretilip test edilmesi için tersine mühendislik ve eklemeli imalat gibi yeni sistemlerin kullanılmaktadır. Biz bu çalışmamızda şehirlere su taşıyan boruların içerisinde mevcut potansiyel enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmek için türbin tasarımı yapılmıştır. 100 mm'lik su borusu içerisine 5 kanatlı bir türbin tasarımı, alt ve üstten yüksek hızlı rulmanlarla yerleştirilmesi yapılmıştır. Tasarımdaki plastik parçaların eklemeli imalat yöntemiyle prototip üretimi yapılmış, prototip maliyeti olarak 934,8₺ hesaplanmıştır. Diğer hazır komponentler (rulman, segman, o-ring, vida gibi) piyasadan temin edilmiştir. Türbin bütün parçaları toplanmış, çıkış kısmına dinamo montaj edilmiştir. Türbin çalışma testleri yapılmış, 3 metre yükseklikten serbest düşüş şeklinde su türbin kanatlarına yönlendirilmiş ve 3,148V elektrik üretimi yapılmıştır. Bu çalışma bir farkındalık sağlaması üzerine yapılmıştır. Denizlere ve sınır ötesine akan sularımızın boru içerisine alınıp su döngü projesi ile hem temiz su kaynaklarımızı geri kazanmak ve hem de temiz enerji üretmek mümkündür. Şehirlere taşınan sular ve şehir su şebekeleri aynı zamanda temiz enerji üretiminde kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Türbin tasarımı, FDM prototip üretimi, Yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi,

DESIGNING, PROTOTYPING AND TESTING OF TURBINES WHICH TO BE PLACED IN TO WATER PIPELINES TO PROVIDE ELECTRIC POWER GENERATION

ABSTRACT

New searches and studies are carried out every day for clean energy production. New systems such as reverse engineering and additive manufacturing are used to quickly produce and testing. In this study, a turbine was designed to convert the potential energy available in pipes carrying water to cities into electrical energy. A 5-bladed turbine design is placed in a 100 mm water pipe with high-speed bearings at the top and bottom. Prototype production of the plastic parts in the design was made with the additive manufacturing method, and the prototype cost was calculated as 934.8₺. Other ready-made components (such as bearing, o-ring, gasket, screw) were supplied from the market. All parts of the turbine are collected and the dynamo is mounted at the exit section. Turbine operating tests were carried out, water was directed to the turbine blades in free fall from a height of 3 meters and 3,148V electricity was produced. This study was conducted to raise awareness. It is possible to recover our clean water resources and to produce clean energy with the water cycle project by taking our waters flowing into the seas and beyond the border into a pipe. Water transported to cities and city waterline can also be used in clean energy generation.

Keywords: Turbine design, FDM prototype production, Electric power generation generation from renewable energy.

1. GİRİŞ

Dünya, yenilenebilir ve yenilenemez enerji olarak kategorize edilebilen tüm enerji kaynaklarını üretmek için kaynakları içerir. Yenilenebilir enerji, yenilenemeyen enerjiye göre artan bir kabul görmektedir [1-2]. Son on yılda küresel ısınma, sera gazı emisyonu ve yüksek enerji talepleri yenilenebilir enerji kaynaklarının büyümesine yol açmaktadır [3]. Dahası, yenilenebilir enerjide birçok teknolojik ilerleme olmuştur. kapsamlı araştırmalar nedeniyle enerji. Kapasite artışı nedeniyle pazar payını artırmıştır [4]. Birçok ajansın geçmişe dönük verileri topladığını ve enerji ihtiyacı nedeniyle çevresel etki ile ilgili verileri tahmin ettiğini belirtmekte fayda var [5].

Geçtiğimiz yıllarda, İngiltere, Çin, İsveç, Norveç, ABD, Fransa, İtalya, İrlanda, Japonya ve Avustralya gibi çok sayıda kıyı ülkesi, dalga enerjisi dönüştürme teknolojilerini geliştirmek için önemli çabalar sarf etmişlerdir. Sonuç olarak, okyanus dalgalarının taşıdığı enerjiyi yakalamak için çeşitli kavramlar ve yaklaşımlar, bunların arasında bazı cihazların fizibilitesi önermişlerdir [6-11].

Elektrik enerjisi üretilmesinde çok farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar kömür santralleri, hidroelektrik santralleri, petrol ve doğalgaz santralleri, nükleer enerji gibi kaynaklardan elektrik üretilmektedir. Elektrik üretim yöntemlerinin seçimi yatırım maliyeti önemli olduğu gibi ülkelerin kendi doğal kaynaklarına yöneldikleri görülmektedir. Fossil yakıtlar kullanıldığında etrafa vermiş olduğu sorunlardan dolayı temiz ve yenilenebilir enerji üretim yöntemleri kullanımı artmaya başlamıştır. Türkiye’de elektrik ihtiyacını öz kaynaklarından ve yenilenebilir enerji kaynaklarında ihtiyacı karşılamaya yönelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakların başından en fazla hidroelektrik santralleri kullanılmaktadır [12].

Hiremath vd. [13] WT (Wind Turbines) jeneratörleri üzerindeki arıza etkisini azaltmak için LVRT (low voltage ride through) geliştirmeye odaklanmıştır. Yaptıkları çalışmada iki bulgu bulmuşlardır. İlk olarak, kontrolör stratejileri, Rüzgâr türbini jeneratörleri üzerindeki arıza etkisini azaltmak için FACTS (Flexible AC Transmission Systems) cihazlarından daha etkili ve ekonomiktir. İkinci olarak, denetleyici stratejileri arasında, LVRT iyileştirmesi için etkili bir yaklaşım sunduğu için rotor tarafı denetleyicisinin üstün olduğu bulunmuştur.

Wang vd. [14] elektrik dinamiklerini araştırmayı ve düzenli veya düzensiz dalgalarla uyarılan PTO (power take of) sistemi olarak doğrusal sabit mıknatıslı bir jeneratör kullanan yalıtılmış bir dalga enerji dönüştürücüsünün elektrik enerjisi üretimini iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

İspanya’nın en kurak yerlerinden bir olan Segura Havzası, yüksek toprak kalitesine, serin bir iklime sahip bir bölgedir. Bu bölge tarımsal açıdan kullanıldığında elde edilen ürünlerin kalitesiyle ihracata ve rekabetçi ürünlerin üretilmesi sağlanacaktır [15]. Bu havzada su kaynakları az olmasından dolayı tarım arazilerin direkt sulanması istenmektedir. Tuzlu yeraltı sularını arıtma tesislerinden geçirilerek tarım arazilerin sulama (15-20 m³/s) işlemi yapmışlar [16]. Segura Havzasında bulunan tarım alanların sulama işlemlerinde kullanılması ayrıyeten günlük hayatta insanların kullanımı için gerekli suyun temini için tagus-segura projesi yapılarak hayata geçirilmiştir.

Türkiye’de denizlere dökülen tatlı suların geri kazanılması amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları çalışmada Batı Karadeniz’e dökülen Sakarya nehrinin geri kazanılması için proje yaptılar. Suyun geri kazanılması için coğrafi haritadan yararlanarak rota belirlenmesi, taşıma kanallarıyla suyun belli noktaya getirilmesi, dağ tepesine suyun basılması için su pompa özelliklerinin tespit edilmesi, pompaların çalışması için gerekli elektriğin borulara konulan türbinler ve güneş enerjisi karşılanması için gerekli güç hesapları yapmışlardır. Projenin güzergâhı yapılacağı kısım küçültürük üç boyutlu prototipi üretimi yapılmıştır [17].

Son zamanlarda tarım arazilerin kullanımı artmasıyla, yağmur yağışların azalması, tatlı su kaynakların yöntemin eksikliği, nüfus ve turizm deki artışlardan dolayı su kıtlığı artışı görülmektedir [18]. Bazı kısımlarda yağış fazla olurken bazı yerlere çok düşük olmaktadır. Yağmurların düzensiz olmasından dolayı tatlı su kaynakların miktarlarında ve kalitesinde düşürmekte, bunun sonucunda tatlı kaynakların tükenmesine ve tarım arazilerin kurak olmasına sebep olmaktadır [19].

Mekanik sistemlerde geliştirilen sistemlerin imalata geçmeden önce prototipleri üretilerek deney ve testler yapılmaktadır. Yapılan başka bir çalışmada 6 eksen hareket edebilen bir robot kol tasarımı

yaparak prototiple üretmeyi amaçlanmıştır. Bu amaçla robotun parçaların mühendislik tasarımları gerçekleştirilmiş, hızlı prototipleme makinasından PLA (polilaktik asit) hammaddesi kullanılarak parçaların prototipi üretilmiştir. Üretimi sağlanan parçaların uygunluk ve kalitesi incelenmiş ve montaj aşamasına geçilmiştir. Hareket edecek bölgelerin (Bilek, tutucu, omuz, vb.) üzerlerine servo motorlar yerleştirilmiştir. Bu motorların istenilen komutları yerine getirmesi için Arduino yazılımı kullanılarak programlama yapılmıştır. Hazır alanan parçalarla (rulmanlar ve vidalar) üretilen prototip parçaları kullanılarak bir araya getirilmiş ve 6 eksenli robot kol üretimi başarılı bir şekilde tamamlanmıştır [20].

Senirkent Meslek Yüksekokulu'nda okuyan teknik bölümlerdeki öğrencilere üç boyutlu baskı teknolojisi yenilikçi eğitim uygulaması amaçlanmış ve yapılan çalışma elde edilen sonuçlar şu şekildedir,

Öğrenciler hızlı prototipleme kullanımı sayesinde öğrencileri hayata bakış açılan ve algılarında gelişme oldukları görülmüştür. Bu sayede öğrencilerin kendi tasarımı yaptıkları ürünlerin kendileri hızlı prototip makinesini kullanarak prototip üretimi yapabilme kabiliyetine sahip olmuşlardır.

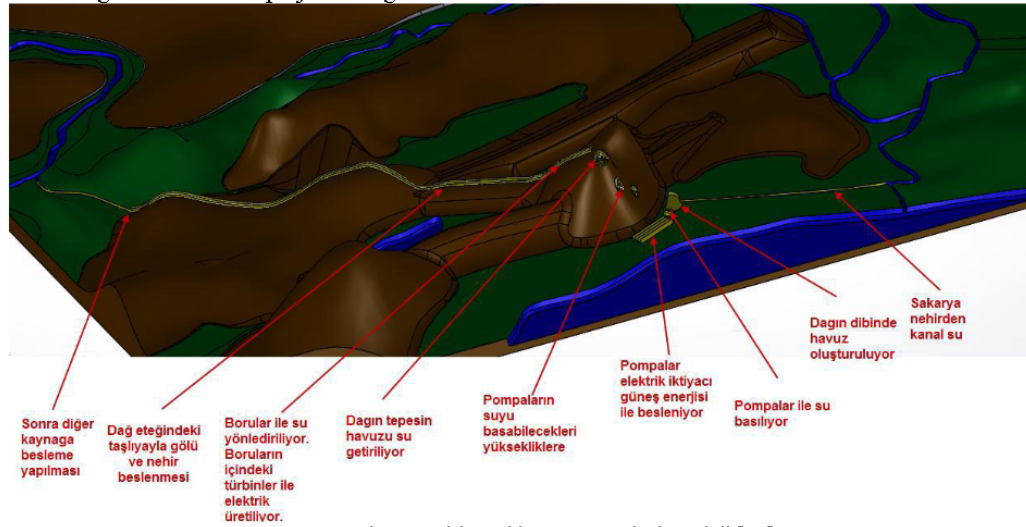
Hızlı prototiple üretilen parçalar sayesinde öğrenilmesi zor olan konuların anlaşılır ve kolaylaştırılmıştır.

- Prototip parçaları üzerinden teorik derslerin anlatılması daha kolay hale gelmiştir.
- Meslek Yüksek Okulların alt yapısının yetersiz olmakta, hızlı prototip makineleri alınarak eğitim olanakları artırılması gerekmektedir [21].

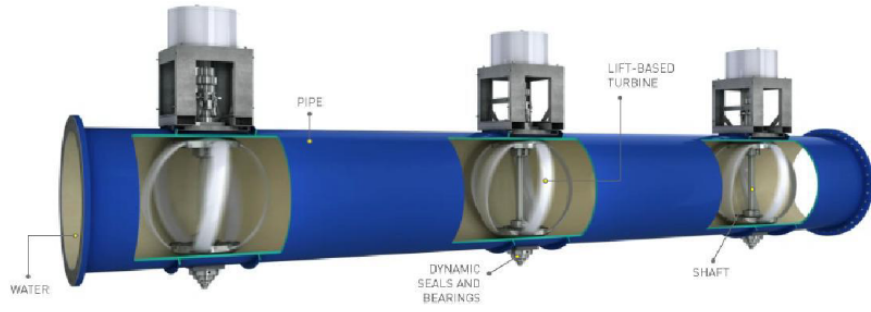
Yapılacak bu çalışmada su borularına yerleştirilecek türbin ile elektrik üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla türbin tasarımı yapılması ve prototipleri üretilerek montaj edilmesi hedeflenmiştir. Daha sonra yapılan prototipler montaj edilerek elektrik üretilmesi hedeflenmiştir.

2. TURBİN TASARIMI GEREKSİNİMİ VE TASARIMI

Sakarya nehrinin denize aktığı noktadan suyun taşınarak sulama bölgesine veya tekrar geri kazandırılması için yapılan projede türbinlerden elektrik üretilmesi amaçlanmıştır. Şekil 1'de Sakarya nehrinin geri kazandırma proje resmi görülmektedir.

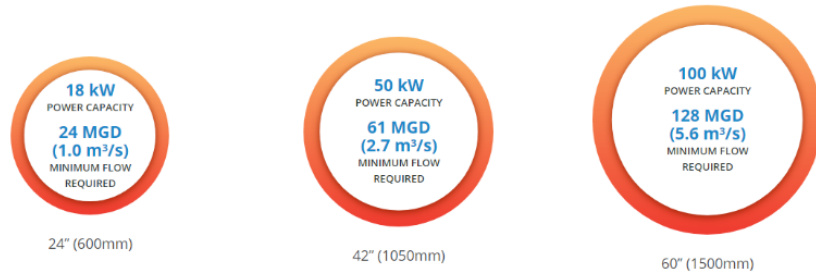


Bu projede dağ eteklerine konulan pompalar ile tepe noktasına kadar su basılacaktır. Bu pompaların ihtiyacı olan elektriğin bir kısmı güneş enerjisiyle karşılanmaktadır. Diğer kısmı ise dağın tepesinden inişte borulara yerleştirilecek türbinler ile üretilmesi amaçlanmıştır. Şekil 2'de borularda kullanılan türbinlerin seri olarak bağlanmış hali görülmektedir.



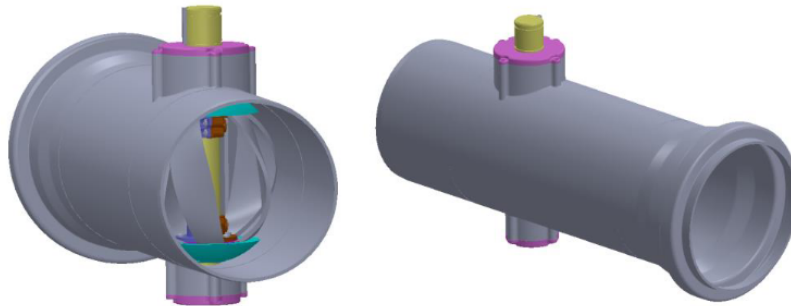
Şekil 2. Boru üzerine türbinlerin seri olarak bağlanmış uygulaması [22]

Şekil 'de gösterilen türbin sistemi Hollanda'da şebeke hattı üzerine bağlanarak küçük şehirlerin elektrik ihtiyacı karşılamak için kullanılmıştır. Bu sistem şu anda ABD firması (Lucid Energy) tarafından dünyada tek üreten firma konumundadır. Firmanın vermiş olduğu bilgilerde kullanılan boru çapına ve suyun akış debisine bağlı olarak üretilen elektrik miktarı artmaktadır. Şekil 3'de firmanın vermiş olduğu elektrik üretim değerleri görülmektedir.



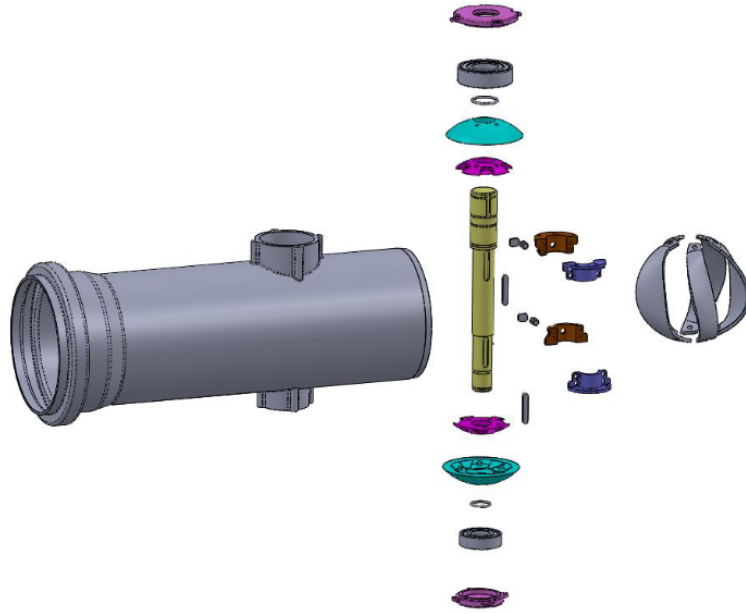
Şekil 3. Türbinlerde elektrik üretim miktarı [12]

Sakarya nehri geri kazanım projesinde kullanılması planlanan türbinleri üretilmesi için tasarımların yapılması amaçlanmıştır. Ülkemizde boruların içerisine yerleştirilen türbinlerle elektrik üretimi ile ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Biz bu çalışmamızda boruların içerisinde yerleştirilecek türbin tasarımı ve elektrik üretilmesi planlanmıştır. Bu amaçla düşük çaplı su borularına yerleştirmek için 100 mm çaplı su borusunda göre türbin tasarımı yapılması karar verilmiştir. Şekil 4'de yapılan türbin tasarımı görülmektedir.



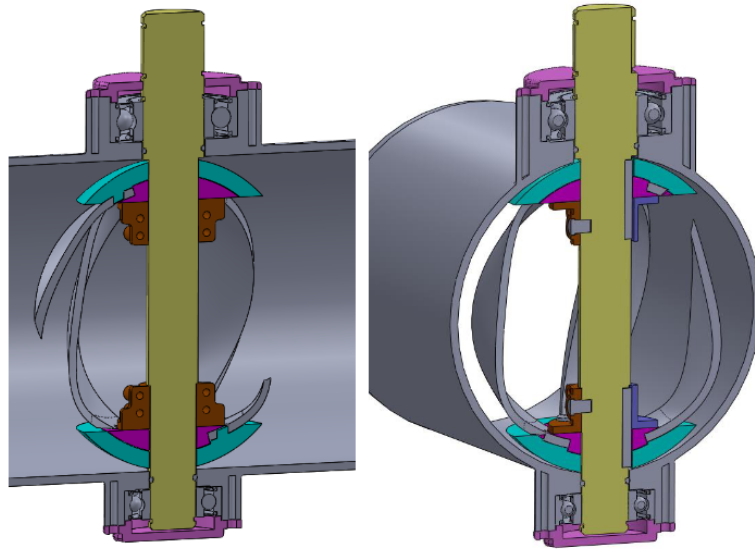
Şekil 4. Uygulama türbini modeli

Yapılan türbin tasarımının patlatılmış resmi şekil 5'de gösterilmiştir. Türbin tasarımı plastik olarak tasarımı yapılmış, bu nedenle bazı kısımlara kalın yapılmıştır. Metal olarak üretilmesi geçildiğinde tasarımda değişiklik yapılması gerekmektedir.



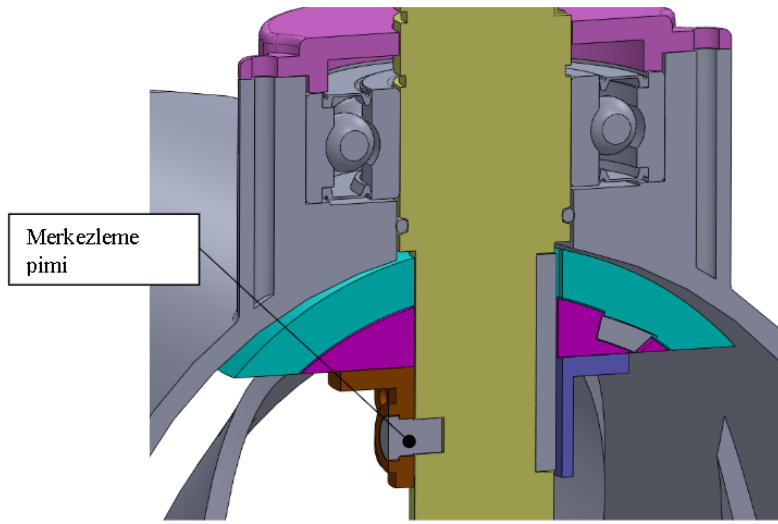
Şekil 5. Uygulama türbini demontaj resmi

Şekil 6’da türbin montaj edilmiş durumda kesitler alınmış hali görülmektedir. Bu sistemde kullanması düşünülen rulmanlar yüksek devir modellerinden seçilmelidir.



Şekil 6. Türbin kesit resmi

Türbin tasarımında dikkat edilmesi gereken noktalardan bir tanesi türbin kanatları ile boru iç çapı arasındaki boşluk çok olmamalıdır. Boşluk büyük olduğunda dönüş hızında düşüşler olmaktadır. Bunun dışında kanatların montaj yapıldığı parçanın boru iç çapı arasındaki boşluk olmalıdır. Rahat bir şekilde kanatlar dönmesi gerekmektedir. Bu amaçla türbin kanatları boşlukları ayarlamak için merkezleme pimleri yapılmıştır. Şekil 7’de merkezleme pimleri görülmektedir.



Şekil 7. Türbin kanatları merkezleme pimi

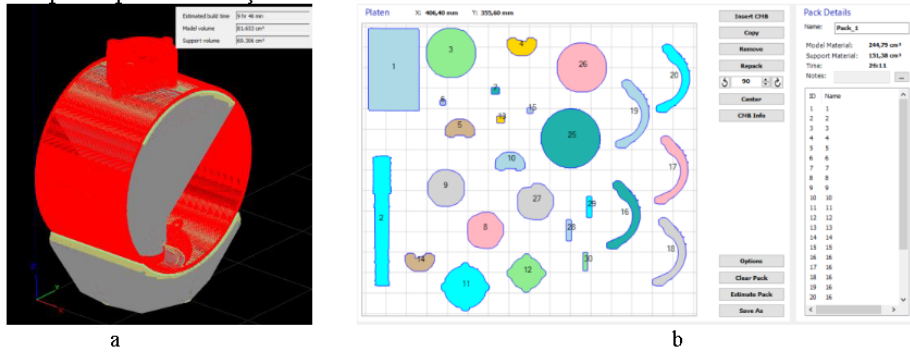
3. TÜRBİN SİSTEMİNİN PROTOTİP MALİYETİ

Tasarımı yapılan türbin tasarımının plastik parçaları prototip üretilmesi için STL formatında çevrilmiştir. Prototip üretimleri STRATASYS FDM 360 MC makinasında yapılacaktır. Çizelge 1’de prototip makinasının özellikleri görülmektedir.

Çizelge 1. FDM makinasının teknik özellikleri [23]

Cihaz Adı	STRATASYS FDM 360MC
Üretim boyutları	355×254×254 mm
Kullandığı malzeme	ABS M30
Kullanılan Uç Tipi	T16
Destek malzeme	SR-30 SolubleSupport
Malzeme Kartuşu	1510 cc. (Canister)
Kullanılan yazılım	Insight
Sistem boyutları	1277×874×1950 mm
Katman Kalınlığı	0.254 mm

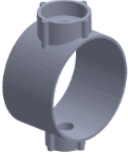
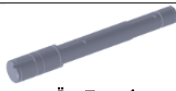
22 parçanın parçaların şekil 8-a’da gösterildiği gibi model ve destek malzemenin takım yolları oluşturulmuştur. Şekil 8-b’de gösterildiği prototip makinasının tablasına parçaların yerleştirilmesi yapılarak prototipleri üretilmiştir.



Şekil 8. a) Prototip parçalarının takım yolu b) Prototip parçalarının tezgah tablasına yerleşimi

Parçaların katmanlar haline getirilmiş hali ve model, destek malzeme miktarları ve zamanları Şekil 8-a'da gösterilmektedir. Çizelge 2'de bütün 5 parçanın toplam değerleri gösterilmiştir. Bir kartuş model ve destek malzeme toplam 1510 cm³ hacminde. Bir kartuş model malzeme 504,4 USD, destek malzeme 540,8 USD değerindedir.

Çizelge 2. Prototip malzeme kullanım miktarı ve maliyeti

	Parça Resmi/Adı		Birim Fiyatı (USD)	Kullanılan Malzeme Miktarı	Zaman	Maliyet
1	 Üst Gövde	Model Malzeme	504,4	81,653	9 saat 46 dakika	185,5 ₺
		Destek Malzeme	540,8	69,306		168,8 ₺
2	 Ön Panel	Model Malzeme	504,4	34,500	1 saat 28 dakika	78,4 ₺
		Destek Malzeme	540,8	4,459		10,9 ₺
3	 Taşıma Kolu	Model Malzeme	504,4	6,855	1 saat 16 dakika	15,6 ₺
		Destek Malzeme	540,8	6,581		16 ₺
4	 Fiş Yatak Parçası	Model Malzeme	504,4	13,074	1 saat 12 dakika	29,7 ₺
		Destek Malzeme	540,8	8,036		19,6 ₺
5	Diğer Parçalar	Model Malzeme	504,4	110,231	12 saat 47 dakika	250,4 ₺
		Destek Malzeme	540,8	65,716		160,0 ₺
	Toplam	Model Malzeme	504,4	246,313	26 saat 29 dakika	559,5 ₺
		Destek Malzeme	540,8	154,098		375,3 ₺
PROTOTİP TOPLAM MALİYET VE ZAMAN					1 gün 2 saat	934,8 ₺

Çizelge 2'de görüldüğü gibi türbinin plastik parçaların prototip üretilmesi için gerekli model malzemeden 246,313 cm³, destek malzemeden 154,098 cm³ gerekmektedir. Türbinin plastik parçaların üretimi yaklaşık olarak hiç durmadan 1 gün 2 saat gibi süre alacak ve sadece malzeme maliyeti 934,8 ₺ olacaktır.

4. TÜRBİN SİSTEMİNİN PROTOTİP ÜRETİLMESİ ve ÜRÜN MONTAJI

Prototip imalat için parça katmanlar haline getirildikten sonra parçaların üretimleri yapılmıştır. Şekil 9'da prototipi üretilen parçaların makinadan çıkartılmış hali görülmektedir. Burada hem model malzeme ve destek malzemeler görülmektedir.



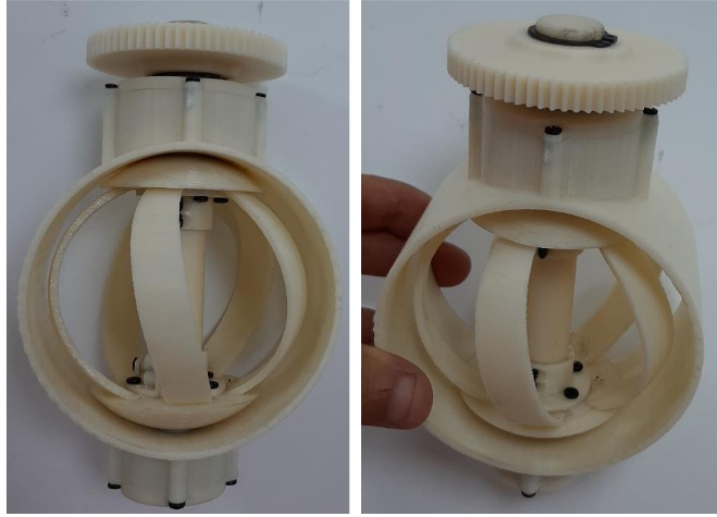
Şekil 9. 3D Printerde yazdırılmış prototip türbin parçaları.

Prototip üzerindeki destek malzemeleri temizleme işlemi yapılmıştır. Şekil 10'da prototip parçaların temizlenmiş hali görülmektedir.



Şekil 10. Prototip türbin parçaları temizlenmiş hali

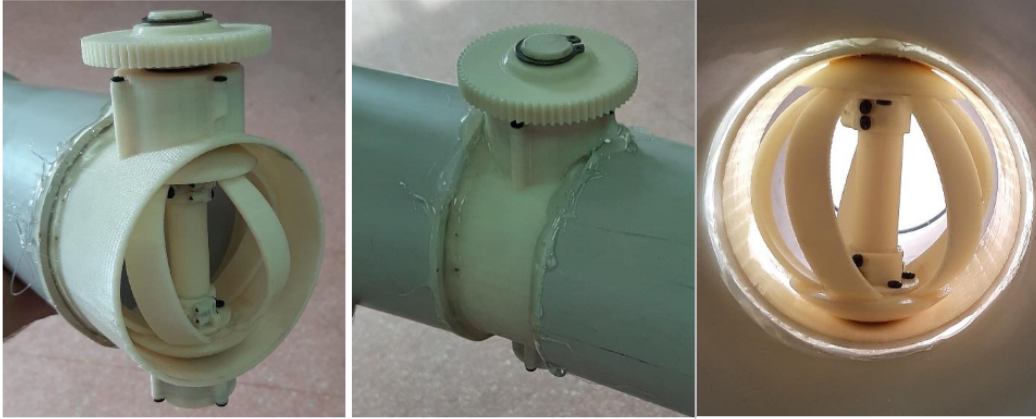
Prototip parçaları montajlanması hazır parçalar (segman, rulman, plastikler için montaj vidaları ve o-ring) temin edilmiştir. Daha sonra parçaların montajı yapılmıştır. Şekil 11'de montajlanmış türbin görülmektedir. Prototip makinası katmanlar halinde örme yaptığından dolayı türbin kanatları çok hafif bir kasma olmaktadır. Fakat normal imalata geçildiğinde türbin kanatlarının rahat bir şekilde dönmesi gerekmektedir.



Şekil 11. Prototip türbin montajı

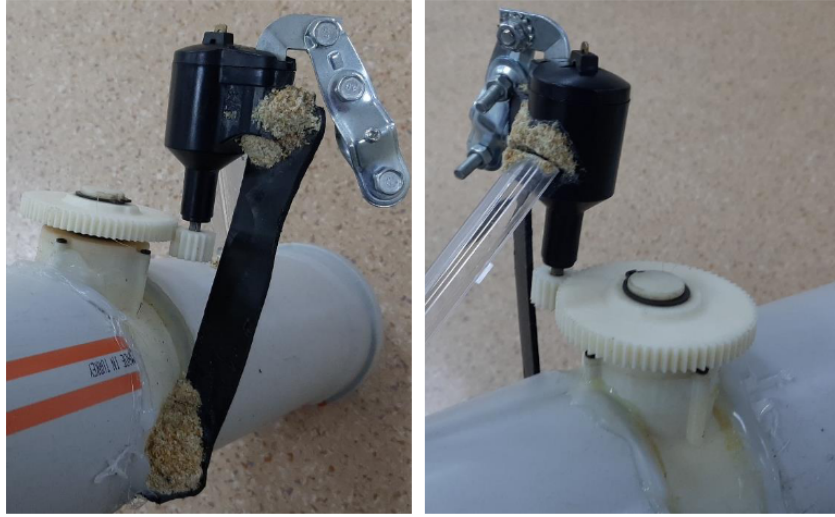
5. TÜRBİN SİSTEMİNİN ELEKTRİK ÜRETİM TESTLERİN YAPILMASI

Prototiplerin montajı yapıldıktan sonra türbinden su geçirilerek testlerin yapılması için 100 mm çaplı su borusuna montajı yapılması gerekmektedir. Şekil 12’de prototipin su borusuna montajlanmış hali görülmektedir.



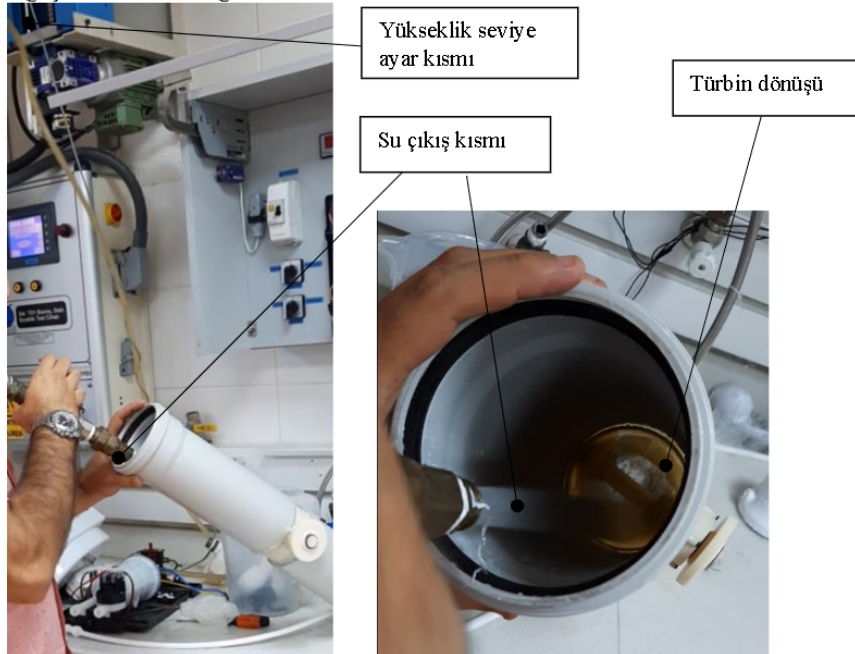
Şekil 12. Prototip türbinin su borusuna montajı

Türbinlerin döndüğünde elektrik üretmek için dinamo kullanması karar verilmiştir. Piyasadan 6V’luk bisiklet dinamosu temin edilerek türbine montajı yapılmıştır. Şekil 13’de dinamonun türbine montaj edilmiş hali görülmektedir.



Şekil 13. Dinamonun su borusuna montajı

Bütün montajlama işlemleri yapıldıktan sonra türbinlerden su geçirilerek testler yapılmaya geçilmiştir. Testler için 3 metre yükseklikten serbest düşüş ile türbin kanatlarından geçirilmiştir. Şekil 14’de türbinlerden su geçirilirken durum görülmektedir.



Şekil 14. Türbin çalışma testi

Türbini döndürme işleminden sonra dinamo çıkışlarına multimetre cihazı bağlanarak üretilen elektrik miktarı ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçümlerde 3,148 V elektrik üretimi sağlandığı görülmüştür. Daha yüksek debili su olduğunda ve sistemdeki kasma olmadığında daha yüksek elektrik üretimi sağlanacaktır. Şekil 15’de dinamonun ürettiği elektrik görülmektedir.



Şekil 15. Multimetre ile dinamodan üretilen elektrik görüntüsü

6. SONUÇ

Bu çalışmada su borularına yerleştirilebilen türbin prototipi geliştirilerek elektrik üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla literatürde borulara montaj edilen türbin üreten firma araştırmasında Dünya'da Lucid Energy (ABD firması) adlı firma tarafından üretildiği tespit edilmiştir. Borulara yerleştirilen türbinlerle elektrik üretimi üzerine fazla çalışma bulunamamıştır. Lucid Energy firmasının tasarımından yola çıkarak 100 mm çaplı bir su borusuna montaj edilecek şekilde beş kanatlı bir türbin tasarımı yapılmıştır. Yapılan tasarımın FDM yöntemiyle prototipleri yapılmış ve prototip hammadde maliyeti olarak 934,8 ₺ hesaplanmıştır. Prototip parçalar dışında hazır komponent parçalar (segman, rulman, plastik montaj vidaları ve o-ring) temin edilmiştir. 100 mm su borusu üzerinde üretilen prototip ve hazır komponentlerin montajı yapılmış ve 6V bisiklet dinamosu türbin miline montajı yapılmıştır. 3 metre yükseklikten serbest düşüş su türbinlerden geçirilerek elektrik üretilmesi sağlanmıştır. Multimetre cihazları ile yapılan ölçümlerde 3,148 V elektrik üretildiği görülmüştür. Daha yüksek debili su olduğunda daha yüksek elektrik üretimi sağlanacaktır. Küçük çaplı boru içerisine türbin montajı ile elektrik üretimi farkındalık amaçlıdır. Bu tasarım büyük çaplı borular için geliştirilerek yüksek voltajlı temiz elektrik üretimi sağlanabilecektir. Özellikle büyük şehirlerimiz su şebekelerinde kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Chen Z, Guerrero JM, Blaabjerg F, "A review of the state of the art of power electronics for wind turbines. IEEE Trans Power Electron", Vol.24, Issue 8, Pages 1859-1875, 2009.
2. NREL Ude. NREL. US Dept. of Energy. Small Wind Guide book. 2018.
3. Lee CT, Hsu CW, Cheng PT., "A low-voltage ride-through technique for grid-connected converters of distributed energy resources", IEEE Trans Ind Appl. Vol. 47, Issue 4, Pages 1821-1832, 2011.
4. Khare V, Nema S, Baredar P., "Status of solar wind renewable energy in India", Renew Sust Energ Rev. Vol. 27, Pages 1-10, 2013.
5. NREL, US dept.of energy, Small Wind Guide book. <https://windexchange.energy.gov/small-wind-guidebook.intro>. Accessed November, 2020.
6. Falnes J., "A review of wave-energy extraction", Mar Struct., Vol. 20, Issue 4, Pages 185-201, 2007.
7. Ekstrom R, Ekergård B, Leijon M., "Electrical damping of linear generators for wave energy convertersda review", Renew Sustain Energy Rev., Vol. 42, Pages 116-28, 2015.

8. Lopez I, Andreu J, Ceballos S, Martínez de Alegría I, Kortabarria I. Review of wave energy technologies and the necessary power-equipment. *Renew Sustain Energy Rev* Vol. 27, Pages 413-434, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.07.009>.
9. Clement A, McCullen P, Falcao A, Fiorentino A, Gardner F, Hammarlund K, Lemonis G, Lewis T, Nielsen K, Petroncini S, Pontes MT, Schild P, Sjöström B-O, Sørensen HC, Thorpe T., "Wave energy in Europe: current status and perspectives", *Renew Sustain Energy Rev.*, Vol 6, Issue 5, Pages 405-431, 2002. [https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(02\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(02)00009-6).
10. Jin P, Zhou B, Goteman M, Chen Z, Zhang L. Performance optimization of a ϵ coaxial-cylinder wave energy converter. *Energy*, Vol. 174, Pages 450-459, 2019.
11. Lavidas G. Selection index for wave energy deployments (siwed): a near-deterministic index for wave energy converters. *Energy*, Vol. 196:117131, 2020.
12. Pamir, N., "Dünyada ve Türkiye'de Enerji, Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları", *Metallurji Dergisi*, Cilt 17, Sayı 134, Sayfa 73-100, 2003.
13. Hiremath R. Moger T., "Comprehensive review on low voltage ride through capability of wind turbine generators" *Int Trans Electr Energy Syst*. Vol. 30:e12524, 2020.
14. Wang LG., Lin MF., Tedeschi E., Engström J., Isberg J., "Improving electric power generation of a standalone wave energy converter via optimal electric load control" *Energy* Volume 211, 15 November 2020, 118945
15. Jiménez-Martínez, J.L., García-Arostegui, J.L., Hunink, S., Contreras, P., Baudron, L. and Candela, L., "The role of groundwater in highly human-modified hydrosystems: a review of impacts and mitigation options in the Campo de Cartagena-Mar Menor coastal plain (SE Spain)". *Environ. Rev.*, Vol. 24, Issue 4, Pages 377–392, 2016.
16. Aparicio, J., Alfranca, O., Jimenez-Martinez, J., Garcia-Arostegui, J.L., Candela, L. and Lopez, J.L., "Groundwater salinity process, mitigation measures and economic assessment: an example from an intensive agricultural area", 42nd IAH Congress, Pages 290-299, Rome, 2015.
17. Maden, H ve Çetinkaya, K., "Sakarya Su Döngü Projesi: 3d Modelleme, 3d Yazdırma, Enerji Giderleri Ve Geri Kazanım", *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, Cilt 3, Sayı 1, Sayfa 32-43, 2019.
18. EU, Report on the Review of the European Water Scarcity and Droughts Policy, Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, The Eur. Econ. And Soc. Comm. and the Comm. of the Reg., DG Environ., Brussels, 2012.
19. Custodio, E., Andreu-Rodes, J.M., Aragon, R., Estrela, T., Ferrer, J. and Garcia-Arostegui, J.L., "Groundwater intensive use and mining in south-eastern peninsular Spain: Hydrogeological, economic and social aspects", *Sci. Total Environ.* Vol. 559, Pages 302–316, 2016.
20. Çelebi, A, Korkmaz, A, Yılmaz, T, Tosun, H. "3 Boyutlu Yazıcı İle 6 Eksenli Robot Kol Tasarım Ve İmalatı", *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, Cilt 3, Sayı 3, Sayfa 269-278, 2019.
21. Özsoy, K., "Üç Boyutlu (3B) Yazıcı Teknolojisinin Eğitimde Uygulanabilirliği: Senirkent MYO Örneği". *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, Sayfa 111-123, 2019.
22. Lucid Energy, Power output & water flow requirements. <http://lucidenergy.com/how-it-works/>. Accessed June 18, 2020.
23. Maden, H, Kamber, Ö., "Seperatörlü Elektrik Motoru İçin Geliştirilen Seperatör Tasarımının Prototiple Üretim Test Etmek İçin Uygun Üretim Yöntemi Bulunması", *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, Cilt 2, Sayı2, Pages 26-36, 2018.