

# TEKNOFEST

## HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

### ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

#### PROJE DETAY RAPORU

**PROJE ADI:** RÜZGÂR ENERJİSİNDEN ELDE EDİLEN ELEKTRİK İLE  
JEOTERMAL ENERJİNİN DAHA VERİMLİ KULLANILMASI (JeoRes)

**TAKIM ADI:** FUTURE ENERGY

**TAKIM ID:** T3-21912-161

**TAKIM SEVİYESİ:** Lise

**TAKIM ÜYELERİ:** ARDA KALAYCI, DEMİR ERİTENEL

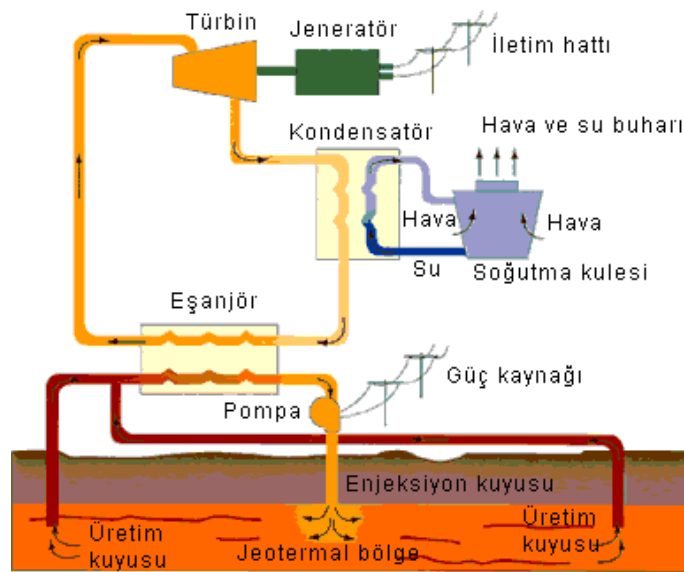
**DANIŞMAN ADI:** DUYGU TOKGÖZLÜ

İçindekiler	Sayfa
1. Proje Özeti (Proje Tanımı).....	2
2. Problem/Sorun.....	3
3. Çözüm.....	3
4. Yöntem.....	4
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	6
6. Uygulanabilirlik.....	6
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	6
8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar).....	7
9. Riskler.....	7
10. Proje Ekibi.....	7
11. Kaynaklar.....	7

### 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Küresel ısınma 21. yüzyılın en acil çevre sorunudur. Dünyanın bir enerji kaynağı olarak fosil yakıtlara olan bağımlılığının devam etmesi nedeniyle, atmosferde sera gazı seviyeleri sürekli artmakta ve Dünya'yı ısıtmaktadır. Önlemler alınmazsa, sıcaklıklar artmaya devam edecek ve dünyadaki ekosistemlerin yok olmasına ve türlerin yok olmasına neden olacaktır. Atmosferi ısıtmaya en büyük katkısı fosil yakıtların enerji için aşırı kullanımınıdır. Daha verimli teknolojiler kullanılmaz ve rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi veya jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtların yerini alamaması durumunda, küresel ısınmayı kontrol altına alma umudu olamayacaktır (Eker ve Dikicioğlu, 2019).

Rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerji, yenilenebilir enerji kullanımının artırılması için hayati önem taşımaktadır. Ülkemize baktığımızda ise Ege ve Güney Marmara bölgeleri, jeotermal kaynaklarının yoğunlaştığı alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı bölgeler rüzgâr enerjisi içinde çok yüksek potansiyele sahiptir. İşte bu noktada yatırım alanı sürekli gelişen bu enerji kaynaklarının birlikte kullanılması ile yüksek verimliliğe sahip bir enerji üretim sisteminin kurulması planlanmıştır.



Şekil 1. "hot-dry-rock" sistemi ile enerji eldesi (Erdin, Alten ve Şirin, 2007).

Son zamanlarda büyük ilgi gören ve geliştirilmekte olan "hot-dry-rock" yöntemi ile jeotermal enerjiden teknik olarak yararlanmak mümkündür. **Şekil 1**'de görüldüğü gibi sondaj borularından aşağıya verilen basınçlı su, kayalar içinde ısınır ve diğer borulardan emilerek ısınmış olarak tekrar yüzeye çıkar. Hot-dry-rock sisteminde suyu yukarı ya da aşağı pompalarken kullanılan elektrik enerjisini rüzgâr enerjisinden elde ederek enerji verimliliği artırılabilir. Rüzgârın normal estiği durumlarda bu enerji jeotermal pompalarının çalışması için kullanılırken fazla estiği durumlarda şebeke elektriğine destek olacak bir enerji ile her yönden ülke ekonomisine katkı sağlanabilir.

## 2. Problem/Sorun:

Yenilenebilir enerji; karbon salınımını azaltmak, enerji güvenliğini artırmak ve -birçok Avrupa ülkesi tarafından çok önemli konular olarak kabul edilen- iklim değişikliği ile mücadele gibi zorluklarla baş etmek için hayati önem taşımaktadır (Kaya ve Oğuz, 2019).

Türkiye'nin toplam elektrik talebi 2017 yılında bir önceki yıla göre %6,2 artmıştır. 2023 yılı hedeflerine göre elektrik talebinin 385 TWh seviyesinde olması öngörülmektedir. Rüzgâr enerjisi santralleri kurulu gücü 2007 yılındaki 146 MW seviyesinden 2018 yılı Eylül ayı itibarıyla 6.762 MW seviyesine yükselmiş, Jeotermal Elektrik Santralleri ise 2007 yılında 100 MW seviyesinde olan kurulu güç özellikle 2015 yılında büyük bir sıçrama göstererek 2018 yılı Eylül ayında 1.199 MW'a ulaşmıştır. Ancak hızla büyüyen elektrik talebine paralel biçimde doğal gaz ve kömür santrali yatırımlarının da artması nedeniyle, toplam kurulu güç içerisindeki yenilenebilir enerjinin payı sınırlı seviyede artarak %47 oranına yükselmiştir (TSKB, 2018).

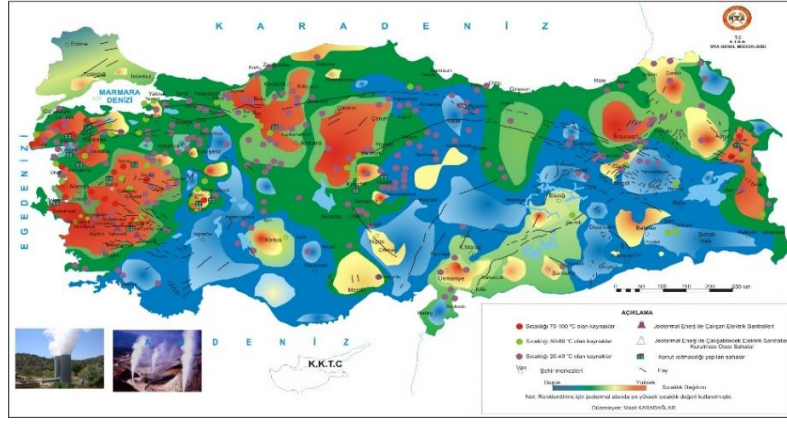
Rüzgarların esme hızı; iklim koşulları, coğrafi konum gibi değişkenlere bağlı olarak değişmektedir. Bu sebeple rüzgâr türbinleri düzenli olarak aynı miktarlarda elektrik enerjisi üretememektedir. Jeotermal enerjinin kullanımı içinde yeraltından pompalar yardımıyla sıcak suyun çıkarılması ve tekrar aynı miktar suyun aşağıya pompalanması gereklidir. Suyun pompalanması için gerekli elektrik enerjisi, jeotermalden elde edilecek verimi azaltmaktadır. Bu enerji kaynaklarından çok daha fazla verim alınması önemlidir.

## 3. Çözüm

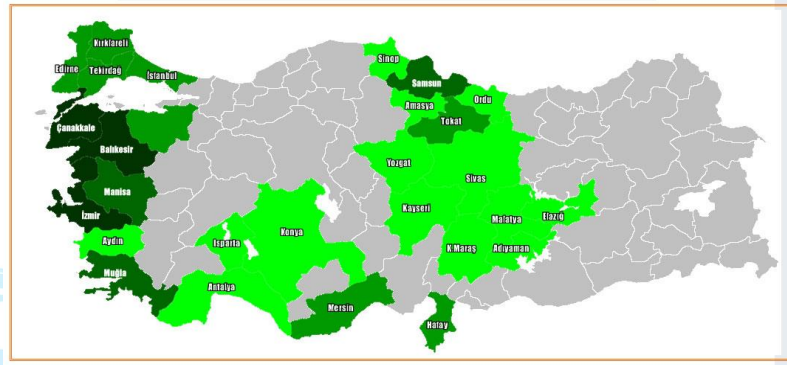
Ülkelerin ekonomik büyümeleri açısından enerji olmazsa olmaz bir kaynaktır. Türkiye açısından bakıldığında enerji arzının büyük bir kısmı doğalgaz ve ithal kömürde dışa bağımlı durumdadır. Bu enerji arz güvenliği açısından da olumsuz bir durumdur. Diğer taraftan enerji arzında dışa bağımlılığı azaltan bir alternatif de yenilenebilir enerjidir (ICAFR,2019).

Jeotermal enerji yılın her anında ulaşılabilir bir enerji kaynağıdır. Yer yüzeyine yakın yer ısıyı yaklaşık 400 m derinliğe kadar dikkate alındığında, çok büyük bir potansiyelin olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu potansiyelin kullanılması için sürekli olarak yeni teknolojiler üretilmektedir. Ekolojik açıdan olduğu kadar, ekonomik açıdan da olumlu olan "hot-dry-rock" yöntemi giderek yaygınlaşmaktadır. (Erdin, Alten ve Şirin, 2007). Bu yöntemde kullanılacak elektrik enerjisi ihtiyacını ise bir diğer yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisinden karşılamak ile çok daha verimli çalışan bir sistem kurulmuş olur.

Rüzgâr enerjisi ve jeotermal enerjinin birlikte en verimli kullanılabileceği yerlere bakıldığında ülkemizde Güney Marmara ve Ege Bölgelerinde bunun mümkün olabileceği **Şekil 2** ve **Şekil 3**'teki haritalardan görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması için projenin bu bölgelerde uygulanması çok daha yararlı olacaktır.

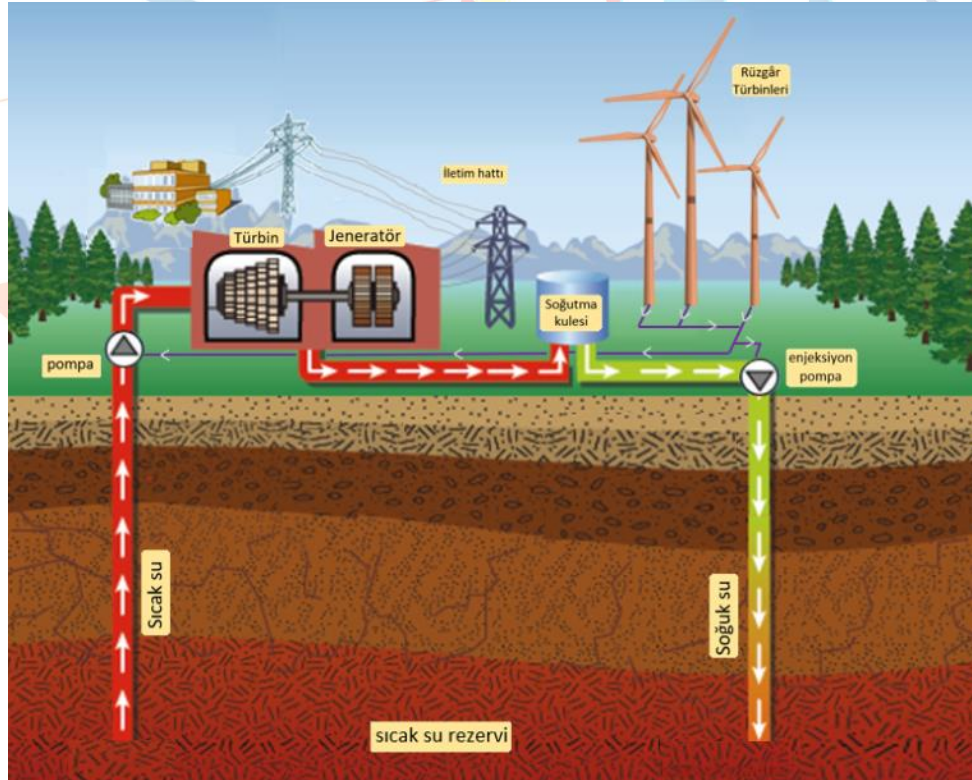


Şekil 2. Jeotermal Kaynaklar Ve Uygulama Haritası (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020)



Şekil 3. İllere Göre Rüzgâr Santrali Potansiyeli Verileri (Enerji Atlası, 2020)

#### 4. Yöntem

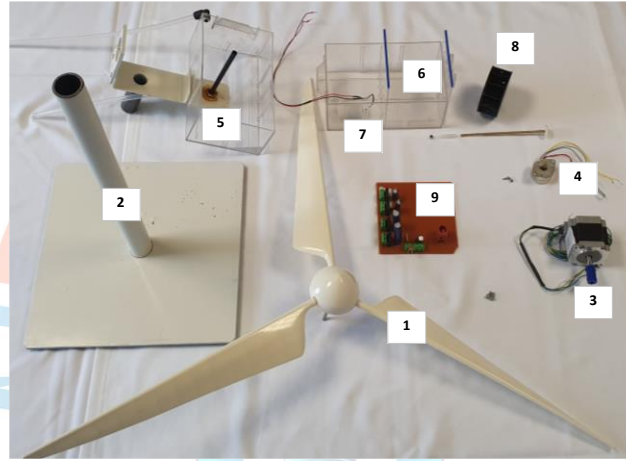


Şekil 4. Rüzgâr ve jeotermal enerji sistemi (JeoRes)



Hot-Dry-Rock sisteminde sondaj makinaları yardımı ile kayalarda suni kırıklar meydana getirilir. Bu sondaj borularından aşağıya verilen basınçlı su kayalar içinde ısınır ve diğer borulardan emilerek ısınmış olarak tekrar yüzeye çıkar. Bu sıcak sudan elde edilen buhar klasik türbin sistemi ile enerji üretiminde kullanılır. Buhar soğuduktan sonra tekrar sistem geri çevrilebilir. **Şekil 4'** de görüldüğü gibi sistemde pompaların birinin çalışması için gerekli olan ortalama güç 50 kW ve kullanılan pompa sayısı 6 adet olduğu için 300 kW lık enerji ihtiyacı için 1 MW gücünde bir rüzgâr türbininin yeterli olacağı düşünülmüştür.

JeoRes projemizin prototipinde kullanılan malzemeler **Şekil 5'** de numaralandırılmış olarak gösterilmektedir. (1) Rüzgâr türbininin kanatları, (2) Rüzgâr türbininin kulesi, (3) Rüzgâr türbinin jeneratörü, (4) Step motoru, (5) Alt su deposu, (6) Üst su deposu, (7) Suyu aşağıya taşımaya yardım eden pompa, (8) Su çarkı, (9) Kontrol ünitesi.



**Şekil 5.** Prototipte Kullanılan Malzemeler

**Şekil 6'**deki prototip sistemin kurulumu tamamlandıktan sonra led lambanın ışık verdiği ve suyun alt depoya taşındığı gözlemlenmiştir. Böylece tasarlanan prototip ile jeotermal enerji sistemindeki soğuyan suyun tekrar yeraltına pompalanması aşaması tamamlanmıştır.



**Şekil 6.** JeoRes Prototip Sistemi

## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Ülkemiz açısından rüzgâr enerji santrallerinin enerji üretimindeki payının artırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Rüzgâr türbinlerinin kesintili elektrik üretmesi ve verimliliğinin diğer enerji kaynaklarına göre düşük olması, enerji çeşitliliğindeki payının az olmasında önemli bir etkidir. Rüzgâr enerjisi daha önce jeotermal enerjiyle birlikte kullanılmamıştır. Rüzgâr enerjisinin jeotermal enerjiye destek olarak kullanılması, ülkemiz açısından bakıldığında diğer ülkelere karşı olan enerji bağımlılığımızı azaltacak bir potansiyel olarak değerlendirilebilir. Bu da ülkemizin ekonomik olarak gelişmesini sağlayacak önemli bir etken olarak düşünülebilir.

## 6. Uygulanabilirlik

Ülkemizde zaten faaliyet gösteren ve kurulmakta olan rüzgâr ve jeotermal enerji sistemleri mevcuttur. Hazırladığımız projede günlük hayatta zaten kullanılan bu iki sistemi birlikte kullanarak yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli kullanılması ve elde edilen enerjinin artırılması amaçlanmıştır.

## 7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Bir jeotermal enerji sisteminin altı pompa ile çalıştığını ve bu pompalar için gerekli olan elektrik enerjisini rüzgâr türbinlerinden karşılanacağı düşünülürse **Şekil 7** 'deki gibi bir tablo ile maliyet ve bütçe belirlenebilir. Tablonun hazırlanması için T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunun verileri kullanılmıştır (Küçükçaya, 2019).

	Bir jeotermal santraldeki ortalama üretim pompası gücü	50	kW
	Pompa sayısı	6	adet
	Toplam pompa gücü	300	kW
	Günlük çalışma saati	24	saat
	1 günde harcaacağı elektrik enerjisi	7.200	kWsaat
	1 ayda harcaacağı elektrik enerjisi	216.000	kWsaat
	Elektrik birim fiyatı	48,7941	kuruş/kWsaat
<b>A</b>	<b>1 ayda kullanılacak elektriğin bedeli</b>	<b>105.395</b>	<b>TL/ay</b>
	Rüzgar türbini verimi	30,00	%
	Gerekli rüzgar türbini kurulu gücü	1.000	kW
	Bu durumda 1 MW gücünde bir rüzgar türbini gerekli enerjiyi sağlayabilir		
	1 MW gücündeki rüzgar türbinin fiyatı (döviz)	800.000	USD
	1 MW gücündeki rüzgar türbinin fiyatı (Türk Lirası)	5.440.000	TL
	Rüzgar türbinin temel ve şebeke bağlantısı masrafları (türbin bedelinin %20'si)	1.088.000	TL
<b>B</b>	<b>Toplam rüzgar türbini için gerekli yatırım bedeli</b>	<b>6.528.000</b>	<b>TL</b>
	Yatırımın geri dönüş süresi ay (B / A)	62	ay
	Yatırımın geri dönüş süresi yıl (B / A)	5,16	yıl

**Şekil 7.** Maliyet Tablosu

Proje için düşünülen çalışma takvimi **Şekil 8**'de görüldüğü gibi aylık olarak hazırlanmıştır.

İşin Tanımı	AYLAR						
	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
Literatür Taraması	X	X	X				
Deneysel Çalışmalar		X	X				
Verilerin Toplanması ve Analizi				X	X		
Proje Raporu Yazımı						X	X

**Şekil 8.** Proje Takvimi

## 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Çevre dostu ve güvenli enerjinin temini, ayrıca sürdürülebilir bir ekonomik yapı oluşturmak için Türkiye'nin önünde önemli bir fırsat vardır. Dünya ülkeleri fosil yakıtların gerçek maliyetini ve çevreye yaydığı sera gaz salınımlarını giderek daha çok fark etmekte, dolayısıyla yenilenebilir enerjiye dayalı politikalar geliştirmektedir. İklim ve coğrafya açısından yenilenebilir enerji kullanımına çok müsait olan Türkiye, son yıllarda artan enerji ihtiyacı için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır. Türkiye'de 2023 yılı için koyulan hedef, elektrik talebinin %30'unun yenilenebilir enerjiden karşılanmasıdır (YILMAZ ve ÖZİÇ, 2018)

Bu durumda hem rüzgar hem de jeotermal potansiyelinin yüksek olduğu Ege Bölgesi'nde elektrik enerjisi üretimi, yatırımı yapan yatırımcılar hedef kitemiz olarak düşünülmüştür.

## 9. Riskler

Yeraltını termik enerji depolamak için kullanırken, mutlaka disiplinler arası çalışmaya ihtiyaç vardır. Soğuk kaynakları, sıcak kaynakları, termik enerji depolanması, sıcaklık veya soğukluğun değişimi her biri çok optimal bir şekilde birbiri ile ilişkilendirilmeli ve ayarlanmalıdır. (Erdin, Alten ve Şirin, 2007)

Tesisin işletilmesi süresince CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>S emisyonları, Jeotermal sıvının ekstraksiyonu nedeniyle arazinin çökme riski gibi jeotermal enerjisinde çevresel sorunlar olabilmektedir. Bu tip sorunlarla karşılaşılması durumunda birkaç tane B Planını devreye sokarak çevresel sorunların önüne geçecektir. B Planı olarak santral çevresinde ağaçlandırma yapılması arazinin çökmesini ve aynı zamanda zararlı gazların ağaçlar tarafından emilmesi çevre sorunlarını ortadan kaldıracaktır (Badruk, 2014)

Geliştirilen rüzgâr enerji sistemleri mevsim ve iklim değişikliklerine bağlı olarak her zaman aynı verimde enerji üretememektedir. Bu olumsuzluğun azaltılması için rüzgâr türbinleri diğer yenilenebilir enerji sistemleri ile hibrit hale getirilebilir ve bu sayede mevsimsel olarak değişen verim yükseltilebilir.

## 10. Proje Ekibi

**Takım Lideri:** ARDA KALAYCI

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
ARDA KALAYCI	Sorunun belirlenmesi, Prototip tasarımı ve hazırlanması	Özel Güzelbahçe Bahçeşehir Koleji Anadolu Lisesi	Projede belirlenen sorun ile ilgili prototipi geliştirmiştir.
DEMİR ERİTENEL	Sorunun belirlenmesi ve bilimsel verilerin araştırılması	Özel Güzelbahçe Bahçeşehir Koleji Anadolu Lisesi	Projede belirlenen sorun ile ilgili araştırmaları üstlenmiştir.

## 11. Kaynaklar

Badruk, M. (2014). Jeotermal Enerji Uygulamalarında Çevre Sorunları. Erişim Tarihi:30.05.2020. Erişim Adresi: [https://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/91aece1163477df\\_ek.pdf](https://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/91aece1163477df_ek.pdf)

Eker, A.A. ve Dikicioğlu, A. (2019). ``Mühendislik Ve Multidisipliner Yaklaşımlar``, Erişim Adresi:

[https://www.researchgate.net/profile/T\\_Kuecuekoemeroglu/publication/332947187\\_THE\\_EFFECT\\_OF\\_NITRIDING\\_ON\\_THE\\_MECHANICAL\\_AND\\_WEAR\\_PROPERTIES\\_OF\\_TiAlZrN\\_COATED\\_H13\\_STEEL/links/5e94bc82a6fdcca78915390f/THE-EFFECT-OF-NITRIDING-ON-THE-MECHANICAL-AND-WEAR-PROPERTIES-OF-TiAlZrN-COATED-H13-STEEL.pdf#page=8](https://www.researchgate.net/profile/T_Kuecuekoemeroglu/publication/332947187_THE_EFFECT_OF_NITRIDING_ON_THE_MECHANICAL_AND_WEAR_PROPERTIES_OF_TiAlZrN_COATED_H13_STEEL/links/5e94bc82a6fdcca78915390f/THE-EFFECT-OF-NITRIDING-ON-THE-MECHANICAL-AND-WEAR-PROPERTIES-OF-TiAlZrN-COATED-H13-STEEL.pdf#page=8)

Enerji Atlası. (2020). İllere Göre Rüzgâr Santrali Potansiyeli Verileri. Erişim Tarihi:30.05.2020. Erişim Adresi: <https://www.enerjiatlası.com/ruzgar-enerjisi-haritasi/turkiye>

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2020). Jeotermal Kaynaklar Ve Uygulama Haritası. Erişim Tarihi:30.05.2020. Erişim Adresi: <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>

Erdin E., Alten A. ve Şirin G. (2007). Isıtmak ve Soğutmak İçin Yer Isısının Kullanılması. Erişim Tarihi: 23.03.2020. Erişim Adresi: <http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/yerisisi.pdf>

ICAFR. (2019). 6. Uluslararası Muhasebe ve Finans Araştırmaları Kongresi.

Erişim Tarihi: 21.03.2020. Erişim Adresi: <http://acikerisim.bartın.edu.tr/bitstream/handle/11772/2747/3121899.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kaya, B. ve Oğuz, E. (2019). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik Laboratuvarı \*ODTÜ, RÜZGEM, Rüzgâr Enerjisi Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi. Tekil Kazık Temelli Açık Deniz Rüzgâr Türbinlerinin Avrupa'daki Gelişimi. Erişim Adresi: <http://www.ruzgarsempozyumu.org/wp-content/uploads/2019/09/016.pdf>

Küçükkaya, E. (2019). 2020 Yılı'nın İlk Çeyreği İçin Elektrik Fiyatları. Erişim Tarihi:30.05.2020. Erişim Adresi: <https://www.enerjiportali.com/2020-yilinin-ilk-ceyrege-icin-elektrik-fiyatları-aciklandı/>

TSKB. (2018). ENERJİ. Erişim Tarihi: 30.05.2020. Erişim Adresi: <http://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-sektorel-gorunumu.pdf>

Yılmaz, E.A. ve Öziç, H.C. (2018). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Gelecek Hedefleri. Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 8(3), 525-535, Kasım 2018