



Eğirdir Gölü Çevresinde Yenilenebilir Enerji Uygulamaları

Salih Özaltın^{a1,*}, A. Korhan Binark^{b2}

^a İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kent Çalışmaları ve Yönetimi Yüksek Lisans Programı, İstanbul, Türkiye

^b İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

Istanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (2021) 3 (2): 112-122

<https://doi.org/10.47769/izufbed.775982>

ORCID ¹0000-0002-4973-1264; ²0000-0001-7504-7127

YAYIN BİLGİSİ

Yayın geçmişi:

Gönderilen tarih: 30 Temmuz 2020

Kabul tarihi:28 Ocak 2021

Anahtar kelimeler:

Eğirdir

Eğirdir Gölü

Rüzgar

Güneş

Yenilenebilir Enerji

ÖZET

Yenilenebilir güneş enerjisi ve rüzgar enerjisinden faydalanarak Isparta ili Eğirdir ilçesi için faydalı bir çalışma oluşturulması amaçlanmıştır. Rüzgar türbini ve güneş panellerini göl içerisinde konumlandırılmak istenmesi projenin en özgün noktasını oluşturmuştur. Uygulama neticesinde, bölgenin ekonomik ve çevre bakımından sürdürülebilirliğinin artırılması hedeflenmiştir. Bu çalışma, içeriği dolayısıyla uygulamaya yönelik yol gösterici bir rehber olması düşünülmüştür. Eğirdir ve Eğirdir Gölü hakkında literatür taramasıyla bilgi toplanmıştır. Bölge hakkında bilgili kişilere danışılmış ve bir röportaj gerçekleştirilmiştir. Projenin bölge için hassasiyet oluşturabilecek noktaları belirlenmiştir. Projenin uygulanması noktasında güvenlik konuları ele alınmıştır. Eğirdir'in bir tescilli bir Cittaslow kenti olduğu öğrenilmiştir. Kentin sahip olduğu tescilli özelliklerine aksi yönde bir etki oluşturulmasına öncelik verilmiştir. Yapılan röportaj neticesinde; göl hakkında spesifik bilgilere erişilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Eğirdir için rüzgar ve sıcaklık verileri alınmıştır. Gölde yerleştirilmesi düşünülen panellerin ve türbinlerin güvenliği, balık çiftlikleri için geliştirilen güvenlik sistemlerinden faydalanması düşünülmüştür. Elde ettiğimiz bilgiler, projenin ilerleyişinde belirli noktalar oluşmasını sağlamıştır. Eğirdir'e bağlı Bedre Koyu'nun dalga almayan bir bölge olması, güneş panelleri için uygun bir yer olarak seçilmesini olanak sağlamıştır. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında uygun rüzgar türbini ve güneş paneli mekanizmalarının seçimleri yapılmıştır. Uygulamaya geçilmesi noktasında, hem çevre güvenliği hem de panellerin ve türbinlerin güvenlikleri göz önünde bulundurulmuştur. Eğirdir'in sahip olduğu düşünülen yenilenebilir enerji verimliliği, bu proje ile ortaya çıkartılmış ve fayda sağlanması için bir yöntem sunulmuştur.

Renewable Energy Applications Around Eğirdir Lake

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 30 July 2020

Accepted:28 January 2021

Key words:

Eğirdir

Eğirdir Lake

Wind

Sun

Renewable energy

ABSTRACT

It was aimed to put forward a useful study for Eğirdir district of Isparta province by making use of renewable solar energy and wind energy. The most unique point of the project is the positioning of the wind turbine and solar panels in the lake. As a result of the application, it is aimed to increase the sustainability of the region in terms of economy and environment. In this study, it is aimed to have a guiding content for implementation. Information about Eğirdir and the lake was collected through a literature review. People who are knowledgeable about the region were consulted and an interview was held. The points of the project that can create sensitivity for the region have been determined. Security issues were addressed at the point of project implementation. It is learned that Eğirdir is a registered Cittaslow city. Priority was given not to have an adverse effect on the registered properties of the city. As a result of the interview; Specific information about the lake has been accessed. Wind and temperature data were taken for Eğirdir from the General Directorate of Meteorology. The safety of the panels and turbines that are planned to be placed in the lake, the security systems developed for fish farms are considered. The information we obtain ensures that certain points are formed in the progress of the project. The fact that Bedre, which is connected to Eğirdir, does not receive a dark wave has enabled it to be selected as a suitable place for solar panels. In the light of the data received from the General Directorate of Meteorology, appropriate wind turbine and solar panel mechanisms were selected. Both environmental safety and the safety of panels and turbines were taken into account at the point of implementation. Renewable energy efficiency of Eğirdir is put forward with this project and a method is provided to benefit.

1. Giriş

Enerji, insanoğlunun var oluşundan itibaren en temel ihtiyaçlarından biri olmuştur. Enerji, insanların kendini koruması, hayatlarını kolaylaştırması ve yaşam seviyesinin yükseltilmesi açısından her zaman önemli bir rol oynamıştır. Günümüzde enerji insanların hayatlarını devam ettirmesi ve kolaylaştırması için vazgeçilmez bir ihtiyaç unsuru haline gelmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle enerjiye duyulan talep artmıştır. Sınırlı kaynaklardan elde edilen enerjinin tüketimi de insanları yeni arayışlara yöneltmiştir. Enerji üretiminde ilk başvurulan fosil kaynakların bir gün tükeneceği aşikardır. Ayrıca bu tür kaynaklardan yararlanmak maliyet haricinde çevreye ve doğaya da olumsuz yönde olmuştur.

Yaşam standartlarının yükseltilmesi için enerjiye sahip olmanın önemi aşikardır. Gelişmiş ülkelerin kendi kendilerine yetmelerindeki en büyük unsur kendi enerji üretim modellerine sahip olmasıdır. Enerjiye ulaşmak için çeşitli yollar geliştirilmiştir. Yalnızca kullanmak değil ona erişim noktasında da teknoloji ilerlemiştir. Bu noktada tükenbilir enerjiler, insanların yenilenebilir enerji çeşitlerinden yararlanmaya yönlendirmiştir. Yenilenebilir olmayan dışa bağımlılığı körükleyen enerji kazanımı gelişmekte olan ülkeler için kaçınılmazı gereken bir durumdur. Yenilenebilir enerji ise uzun vadeli yatırımlar ile ülkelerin ekonomisine, çevre sağlığına pozitif katkılar sağlamıştır. Gelişmekte olan ülkeler için kendi enerjisi üretmek iyi bir çıkış noktası olmuştur.

Fosil kaynaklı gibi tükenbilir enerji kaynakları tartışılmaya başlanmıştır. Çevreye ve doğaya verdiği zararlar da düşünüldüğünde yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması için yöntemler geliştirilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklı üretimin maliyeti düşünüldüğünde ilk yatırım maliyeti oldukça yüksek görülmüştür. Amorti süresi ve işletme maliyetleri düşünüldüğünde kabul edilebilir olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, çevre ve doğa kirliliğine sebep olmaması ile yerel işletmelere iş olanakları sunması gibi sebeplerden yenilenebilir enerji kaynaklı üretim modeli tercih edilmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak için çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça zengindir. Başlıca olarak güneş enerjisi ve rüzgar enerjisi olarak ülkemizin kaynakları için yeni uygulamalar geliştirilmiştir.

İklim değişikliklerine karşı geliştirilen iklim politikaları ve uluslararası anlaşmalarla yenilenebilir enerji desteğinin arttığı görülmüştür. 2015 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin bir parçası olan Paris Anlaşması ile küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin önüne geçilmek istenmiştir. Bu anlaşma ile küresel ısınmanın 2 °C altında tutulması hedeflenmektedir. Bu hedefe ulaşılması için fosil yakıt kaynaklı tüketimin mecburi olarak azaltılması yenilenebilir enerjiye ağırlık verilmesini gerektirmiştir. Bu anlaşmaya Türkiye de büyük önem vermiştir. Bu anlaşmaya verilen önemin bir diğer manası ise gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin büyüme stratejilerinde belirleyici olmasıdır.

Bu çalışmada, Isparta iline bağlı Eğirdir ilçesi için yenilenebilir enerji uygulaması önerisi sunulmuştur. Eğirdir sahip olduğu kendine has özellikleriyle Türkiye'nin nadide kentlerinden birisidir. Eğirdir'in en büyük özelliği ise Eğirdir Gölü'ne ev sahipliği yapmasıdır. Göl her anlamda Eğirdir'in

yaşam kaynağıdır. Ekonomik ve sosyal manada göle bağlılık gölden daha fazla yararlanılması gerektiğini akıllara getirmiştir. Kentin ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisi için de gölden faydalanılması düşünülmüştür. Enerji üretimi için gölün potansiyeli üzerine araştırmalar yapılmıştır. Akdeniz iklimindeki Eğirdir'in rüzgar ve güneş enerjisi bakımından zengin olduğu çalışma öncesinde fikir oluşmasını sağlamıştır.

Çalışma içerisinde, bölge hakkındaki literatür taraması ve yerel halkın tecrübelerine başvurulmuştur. Elde edilen bilgiler bu çalışmanın gerçekleştirilmesine elverişli olduğu görülmüştür. Özellikle meteoroloji müdürlüğünden alınan atmosfer verileri, bölgenin yenilenebilir enerji bakımından elverişli olduğunu ortaya koymuştur. Uygulama alanı olarak Eğirdir Gölü'nün içerisinde bir alan seçilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklı üretimin göl sınırları içerisinde yapılması çalışmayı özgünlük katması hedeflenmiştir. Çalışma neticesinde bir uygulama planı sunulmuştur. Planın geçerliliği ve diğer hususlar tartışılmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma için gerekli bilgilerin literatür taraması ve birebir görüşme ile elde edilmiştir. Çalışma içerisinde Eğirdir ve Eğirdir Gölü, rüzgar ve güneş enerjisi ile ilgili genel ve özel bilgiler yer almıştır. Elde edilen bilgiler ile çalışmaya bir rota çizilmesi öngörülmüştür. Bu rota içerisinde, uygulama noktası, uygulanacak mekanizma seçimi, dikkat edilecek hususlar yer almıştır. Bu aşamaların hepsi toplanan bulguların değerlendirilmesi dahilinde yapılmıştır.

Araştırmalar tamamlandığında, uygulama alanı ve mevcut enerji kaynağı verileri ışığında güneş paneli ve rüzgar türbini seçimleri yapılması hedeflenmiştir. Bu çalışma, hayata geçirilmesi adına bir kaynak görev üstlenmelidir.

2.1 Eğirdir

2.1.1 Coğrafi Konum

Eğirdir Gölü, Isparta ili sınırları içinde yer almakta ve Göller Bölgesinin en büyük doğal zenginliklerinin başında gelmektedir. Kuzey-güney uzanımlı büyük bir çöküntü alanının kuzey sınırında oluşmuş tektonik bir göl olan Eğirdir Gölü, 468 km² yüzölçümü ile Türkiye'nin 4. büyük gölüdür. Deniz seviyesinden yaklaşık 917 metre yükseklikte bulunan göl, ortalama 14 metre derinliğe sahip olup en derin noktası 16,5 metre civarındadır. Kuzey- Güney uzunluğu 50 km olan gölün, doğu-batı genişliği 3-15 km arasında değişmektedir. Genelde camgöbeği renginde olan göl; bazı gün ve saatlerde değişik renklere büründüğü için halk arasında yedi renkli olarak anılmaktadır. Zengin balıkçılık ve kerevit potansiyelinin yanı sıra, sulama ve enerji üretimi bakımından da büyük önem taşıyan gölden, çevredeki tarım alanlarının sulanmasında yararlanıldığı gibi, ortalama 25 km uzunluğundaki bir kanalla bağlandığı ve Eğirdir'in güneyinde küçük bir göl olan Kovada Gölü'nü de beslemekte ve dolayısıyla Kovada 1 ve 2 hidroelektrik santrallerinin su ihtiyacı da bu gölden karşılanmaktadır. Ayrıca, 1994 yılı sonlarında tamamlanan tesislerle Isparta'nın içme suyu ihtiyacının bir bölümü de Eğirdir Gölü'nden sağlanmaktadır. Gölde, Eğirdir'e bir karayoluyla bağlanmış bulunan iki küçük adacık bulunmaktadır. Birincisi Can Ada, ikincisi ise Yeşilada'dır. Can Ada; Eğirdir ile Yeşilada arasında yer alan ve 7 dönümlük (7000 m²) bir alana sahip olan küçük bir adacıktır. Yerleşim alanı olmayıp, çadır ve karavan turizmi ile

piknik alanı olarak kullanılmaktadır. Yeşil Ada: Eğirdir'in en güzel turizm bölgesi olan adada, doğa güzelliklerinin yanında Aya Stefanos Kilisesi gibi tarihi zenginliklerde bulunmaktadır. Yerli ve yabancı turistlere hizmet veren balık lokantaları ve ev pansiyonculuğu gelişmiştir.

2.1.2 İklim bitki örtüsü

Eğirdir İlçesi iklimi bakımından Akdeniz ve İç Anadolu iklimleri arasındaki bir geçiş bölgenin içinde yer almaktadır. Bu iklim tipine bağlı olarak İlçede ne Akdeniz'in yağışlı ne de İç Anadolu'nun kurak iklimi söz konusudur. Yıllık sıcaklık ortalaması 13.8 °C'dir. Yıllık yağış ortalaması ise 877,3 mm. civarındadır. İlçede hakim rüzgar lodos ve poyrazdır. Yağışların büyük bir bölümü kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir. Bu bakımdan yaz aylarında tarımsal sulama gerekli olmaktadır.

2.1.3 Ekonomik yapısı

Günümüzde Eğirdir'in ekonomik durumu oldukça güçlü bir yapıya dayanmakta olup, en önemli gelir kaynağı, ihracata yönelik elma ve su ürünleridir. Bu iki ürün ilçede sektör oluşturmuştur. Bunlardan başka hayvancılık, küçük sanatlar, orman ürünleri gibi ekonomik faaliyet dalları da vardır. Kırsal kesimde halkın hemen hemen tamamı tarımla uğraşırken, bir bölümü de tarımdan arta kalan zamanlarında halı dokumaktadırlar. İlçenin en önemli geçim kaynağı, ihracata yönelik elma üretimidir. Elma ağacı sayısı 650 bin civarındadır. Günden güne gelişmekte olan elma üreticiliği, yeni kültür fidanları geliştirilmekte ve ihracata daha uygun hale getirilmektedir. Eğirdir ilçesinde 14600 hektar tarım arazisi mevcut olup, 6336 hektarında sulu tarım yapılmaktadır. İlçede 5 adet balıkçılık kooperatifi faaliyet göstermekte olup, çalışmalarını verimli bir düzeyde değildir. Gölde 1985 yılında görülen kerevit hastalığı, ilçenin önemli ihracat kaynağının kesilmesine sebep olmuştur. Gölde kerevit stoklarının azalması ve yok olmasından dolayı kooperatif üyelerinin çok azı faal olup balık avı ile uğraşmaktadır. Kerevit hastalığı, göldeki doğal balık dengesini de bozmuştur. Gölde kafes balıkçılığının yapılması için çalışmalar başlatılmıştır. Halıcılık, genellikle ev halıcılığı şeklinde yapılmakta olup, Sarı İdris Kasabasında Kalkınma Üretim ve Pazarlama Kooperatifi toplu üretime güzel bir örnek teşkil etmektedir ("Eğirdir", 2020).

2.1.4 Eğirdir'de turizm

Ekolojik turistlerin tümünün motivasyon skorlarının ortalaması, genel nüfusa oranla daha yüksektir. Bu da ekolojik turist nüfusunun daha sağlam seyahat motivasyonlarına sahip olduğunu göstermektedir. Bu grubun, seyahatlerinde ne isteyip istemedikleri hakkında kesin fikirleri olan, kendilerini seyahat etmeye adanmış insanlar oldukları söylenebilir. Ekolojik turistlerin en çok ilgisini çekenler, vahşi hayat, su, dağ, park ve kırlık yerler gibi atraksiyon motivasyonlarıdır. ("Eko Turizmi", 2020)

2.2 Eğirdir Gölü

Eğirdir gölü, kapladığı alan bakımından Türkiye'nin dördüncü, tatlı su bakımından ise Beyşehir gölünden sonra ikinci büyük gölüdür. Göl, Eğirdir ve Senirkent-Hoyran grabenleri üzerinde K-G doğrultusunda 48-50 km'lik uzunluğa sahiptir. 1.5 ile 16 km genişliğinde olan gölün en dar yeri Kemer boğazı diye adlandırılan Kel tepe burnu ile Kemer

damları (Bülbül Çiftliği) arasında kalan kısımdır. Toplam kıyı uzunluğu 150 km'dir. Gölde bulunan adalar sonradan karaya bağlanan Can ve Yeşil ada ile Gaziri ve Bölük ada'dır. 8 Gölü besleyen en önemli akarsular Senirkent yönünden gelen Pupa çayı, Hoyran ovasından inen Değirmen çayı (Hoyran Deresi), Gelendost çayı (Akçay) ve Güneyden gelen Çaydere'dir. Ayrıca Aşağıtirtar kaynağı, Kayaagzı kaynağı, Mahmatlar kaynağı, Gençali Köyü'nün altından çıkan Kalınpalamut pınarı ve daha güneyde çıkan Karaot avlağı pınarı ile Havutlu pınarı gölü besleyen başlıca pınarlardır. Göl aynasının büyük olmasından dolayı doğrudan göle düşen yağış suları da önemli bir yer tutmaktadır. Gölün su giderleri Kovada kanalı, göl içindeki düdenler, sulama ve içme suyu için kullanılan pompaj istasyonları ve buharlaşma yoluyla olan kayıplar oluşturmaktadır. Gölün su derinliği göl seviyesindeki değişimlerle birlikte, yıllara ve mevsimlere göre farklılık göstermektedir. En yüksek su seviyesi Haziran 1969'da 919.28 m. olarak kaydedilirken, en düşük su seviyesi ise Aralık 1974'te 915.44 m. olarak kaydedilmiştir. Göl su seviyesindeki uzun dönemli değişimler yağışlarla paralellik göstermektedir (Aksu, 2011).

(İHA, 2020), yayınlanan haberde Eğirdir Gölü'nün 2017 ile 2020 yılları arasındaki su seviyesi ve su hacmindeki değişim konu edilmiştir. Karşılaştırma için Devlet Su İşleri Müdürlüğü'nün verileri kullanılmıştır. 2017 yılında 917.20 metre olan su kotu 2020 yılı itibarıyla 915.65 metreye düşerek 1.55 metre su kotunda azalma olmuştur. Ayrıca; su hacminin 2019 yılındaki son verilerine göre 2 milyar 260 milyon metreküp olduğu yüz ölçümünün de 452 m² olduğu belirtilmiştir. Bu verilere bakılarak 1984 yılından bu yana su hacminde yarı yarıya bir düşüş yaşandığı değerlendirilmiştir. Göldeki bu olumsuz değişim göl suyunun kontrolsüz bir şekilde tüketilmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Geçmiş yıllara göre zirai ilaç kullanımı ve göl çevresindeki sanayileşme ile su kalitesi ve hacmi de azalmıştır.

2.3 Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerji; doğal kaynaklardan elde edilen ve sürdürülebilirliği olan enerjiler olarak da tanımlanmaktadır. Yeryüzünde ve doğada çoğunlukla herhangi bir üretim prosesine ihtiyaç duymadan temin edilebilen, fosil kaynaklı (kömür, petrol ve karbon türevi) olmayan, elektrik enerjisi üretilirken CO₂ emisyonu az bir seviyede gerçekleşen, çevreye zararı ve etkisi konvansiyonel enerji kaynaklarına göre çok daha düşük olan, sürekli bir devinimle yenilenen ve kullanılmaya hazır olarak doğada var olan enerji kaynaklarını ifade eder (Kayhan, 2019)

2.3.1 Güneş enerjisi

Başlıca yenilenebilir enerji kaynağı, fosil ve hidrolik enerjinin de asıl kaynağı olan ve dünyamızı ısıtan güneş enerjisidir. Güneşin enerjisi, hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında ortaya çıkan enerjinin ışınım biçiminde uzaya yayılmasıdır. Güneş daha milyonlarca yıl ışınımını sürdürüleceğinden, dünyamız için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneş, dünyadaki tüm enerji kaynaklarına dolaylı ya da dolaysız olarak temel oluşturmaktadır ("Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Önemi", 2012).

2.3.2 Yüzer güneş paneli

Yüzer Güneş Enerjisi Santralleri Japonya Ulusal İleri Endüstri

Bilim ve Teknoloji Enstitüsü'nün 2007 yılında fotovoltaik sistemlerin su ve hava tarafından soğutulmuş PV'lerin elektrik üretim performansının incelemek adına Japonya Aichi içerisinde yer alan bir hidroelektrik santrali üzerine kurduğu yüzer fotovoltaik sistemler ile yaptığı çalışma bu alanda öncü niteliğinde olmuştur (Trapani & Santafe, 2014). Bunun dışında yapılan çalışma içerisinde genel olarak panel verimi üzerine çalışılması nedeniyle, panel yüzey temizliği ve soğutma işlemleri yine yüzer fotovoltaik sistemin bulunduğu baraj suyunun saatte 6 kere pompalar yardımıyla panel yüzeyine aktarılmasıyla yapılmıştır (Ueda, ve diğerleri, 2012). Sonraki yıllarda, Amerika Birleşik Devletleri Kaliforniya eyaleti içerisinde yer alan bir bağ çiftliği için benzer çalışma yapılmıştır. Bu çalışma bağ sahibinin elektrik üretimin güneş enerjisi ile gerçekleştirmek istemesi ancak yeterli alana sahip olmaması ve yine sulama işlemini gerçekleştirdiği yapay gölün sıcak hava şartlarında buharlaştırmayı en aza indirmek için yapılmıştır. Çalışma SPG Solar Şirketi tarafından toplamda 200 kW kurulu güce sahip olacak yüzer platformlar ile taşınan paneller ile gerçekleştirilmiştir (Mut, 2019).

- Sistem yapısı

YGES sistemleri açık su yüzeyi buharlaşması kaynakla kayıpları önlemek ve sürdürülebilir bir çevre sağlamak için yıllardır geliştirilmektedir. Bir YGES yüzer platform, çipalama elemanları, PV sistemi ve yer altı kabloları olmak üzere toplamda 4 bölümden oluşmaktadır (Choi, 2014). Yüzer platform, şamadıralar ve panellerin yerleştirildiği platformdan oluşmuştur. Çipalama elemanları, dalgalar ve rüzgar nedeniyle sistemin düşey ve yatay hareketini önlemek amacıyla su tabanında duran sistemler bütününden oluşur. PV sistem, platform üzerine kurulacak olan panellerden oluşmaktadır. Yer altı kabloları ise, paneller tarafından üretilen elektrik enerjisini karaya taşınmasını sağlayan kablolar bütününden oluşmaktadır (Mut, 2019).

2.3.3 Rüzgar enerjisi

Rüzgar, güneşin doğuşundan batışına kadar yeryüzündeki farklı yüzeylerin, farklı hızlarda ısınıp soğumasıyla oluşmaktadır. Hareket halindeki havanın kinetik enerjisine ise rüzgar enerjisi denmektedir. Rüzgâr, atmosferdeki havanın dünya yüzeyine yakın, doğal yatay hareketleridir. Hava hareketlerinin temel prensibi, mevcut atmosfer basıncının bölgeler arasında değişmesidir. Rüzgâr, alçak basınçla yüksek basınç bölgesi arasında yer değiştiren hava akımıdır, daima yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru hareket eder. İki bölge arasındaki basınç farkı ne kadar büyük olursa, hava akım hızı o kadar fazla olur ("Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Önemi", 2012).

2.3.4 Rüzgar türbinleri

Rüzgâr türbinleri günümüz dünyasında her geçen gün daha da önem ve ilgi kazanan enerji üretim sistemleri haline kazanmaktadır. Rüzgâr türbinleri, rüzgârın sahip olduğu kinetik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren, temelinde turbo makina denebilecek, elektrik enerjisi üreten makinelerdir. Geçmişten günümüze yel değirmenleri ile başlayan ve günümüzde gelişen teknoloji ile efektif birer elektrik enerjisi üretim sistemi hale gelen rüzgâr türbinleri, tasarımda farklılıklar göstermelerine rağmen başlıca iki tiptedir. Bunlar yatay eksenli rüzgâr türbinleri ve düşey eksenli rüzgâr türbinleridir.

- Düşey Eksenli Rüzgar Türbinleri

Düşey eksenli rüzgâr türbinlerinin rotor dönme eksenleri yatay eksenli rüzgâr türbinlerinin aksine yere dik pozisyonadadır. Temel olarak Savnoius ve Darrieus olacak üzere iki tipten oluşurlar. Darrieus tipi rüzgar türbinlerinde türbin düşey bir şafta monte edilmiş kanatlardan oluşur. Kanatlar yatay eksenli rüzgar türbinlerde gibi profillere sahiptir ve rotor saftı boyunca uç kısımlardan birleşecek şekilde eliptik olarak yerleştirilir. Savnoius tipi rüzgar türbinlerinde kanatlar yerine kepçe benzeri profiller kullanılır. Bu tip rüzgar türbinlerinde hava akışı içbükey kanat üzerinde yol izleyerek diğer profil üzerinde de bir etki oluşturur. Bu durumda performansta düşüşe yol açar. Bu sebeple kullanımları çok tercih edilmez. Savnoius ve Darrieus tipi türbinlere ek olarak melez denilebilecek düşey eksenli rüzgâr türbini tasarımları mevcuttur.

Düşey eksenli rüzgâr tipleri, yatay eksenlilerin aksine her yönden gelen rüzgâr ile rotor şaftının dönmesini sağladığından, rotorun rotasının bir başla değişle rüzgâr yönünün bir önemi yoktur. Buna karşın fırtınalı ve daha kaotik rüzgârlı havalarda düzgün şekilde performans göstermeyerek oldukça düşük başlangıç torku oluştururlar ve bu da bazı istikrar sorununu beraberinde doğurur.

- Yatay Eksenli Rüzgar Türbinleri

Yatay eksenli rüzgâr türbinleri için geleneksel olarak yüzyıllar boyunca kullanılan yel değirmenlerinin modernize edilmiş tasarımıdır. Yatay eksenli rüzgâr türbinlerinde, rotorunun dönme eksenini yere paralel olacak şekilde tasarlanmıştır. Nacella bölümü türbin kulesine dik olacak şekilde montajlanmıştır dolayısıyla rotor kanatları da rüzgârın hareket yönüne dik olacak şekilde yerleşmiş olur. Böylelikle rüzgâr yönüne dik olarak yerleştirilen kanatlar yardımıyla rüzgârdan maksimum enerjinin kazanılması hedeflenir. Rüzgârın kanatlar üzerinde etkilediği kuvvet (itki) sayesinde türbin rotorunun dönmesi ve böylelikle rüzgârın sahip olduğu kinetik enerjinin rotorun dönüşüyle mekanik enerjiye dönüşmesi sağlanır. Genel olarak en yaygın rüzgâr türbini tasarım tipinin yatay eksenli türbinler olduğu söylenebilir. Yatay eksenli rüzgâr türbinlerinin rotor kanat sayılarında tasarımlarına bağlı olarak farklılıklar görülebilir. (2 kanatlı, 3 kanatlı, 5 kanatlı vb. yapıda). Bununla birlikte rotoru oluşturan kanat ve gövdenin birbirlerine göre yerleşiminde de tasarıma göre farklılıklar gözlemlenebilir. Rüzgârı önden alan veya rüzgârı arkadan alan türbin modelleri mevcuttur. Genel olarak rüzgârı önden alan modeller günümüz tasarımlarında daha çok tercih edilmektedir.

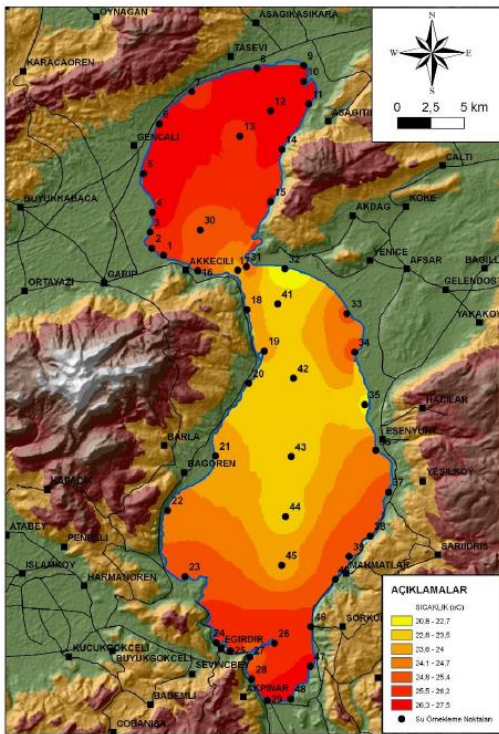
3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Göl Suyu Sıcaklığı

Yapılan sıcaklık ölçümleri ile göl suyu sıcaklığının 20,8°C ile 27,7°C arasında değişmekle birlikte ortalama su sıcaklığının 25,2 °C olduğu belirlenmiştir. Su sıcaklığının en düşük olduğu bölge Gelendost ilçesi açıklarında olup bu bölgelerde göl dibindeki yeraltı suyu kaynaklarından büyük miktarlarda göle yeraltı suyu boşalımı olduğu görülmüştür. En yüksek su sıcaklığı ise gölün kuzeydoğusunda yer alan istasyonda ölçülmüştür. Sıcaklık değişimlerinin alansal dağılımlarına bakıldığında, gölün Hoyran kesiminde su sıcaklığı daha yüksek iken orta kesimlerde su sıcaklıkları nispeten daha düşüktür. Bu durumun gölün dibindeki yeraltı suyu boşalımının yanı sıra göl derinliğindeki değişimden de

kaynaklandığı düşünülmüştür. Su sıcaklığının en düşük (20,8-22-7 °C) olan bölümleri göl alanının yaklaşık %1,06'lık bölümünü oluşturmakla birlikte su sıcaklığının en yüksek (26,3-27,5 °C) olduğu bölümler ise göl alanının yaklaşık %17,03'lük bir bölümünü oluşturmuştur. Ayrıca, sıcaklık değişimi gölün derinliğine bağlı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. Eğirdir Gölü'nde derinliğe bağlı olarak her 2,5 m'de yapılan yerinde ölçümler sonucunda sıcaklık değerlerinin derinlere inildikçe azaldığı belirlenmiştir. (Şehnaz, 2010)

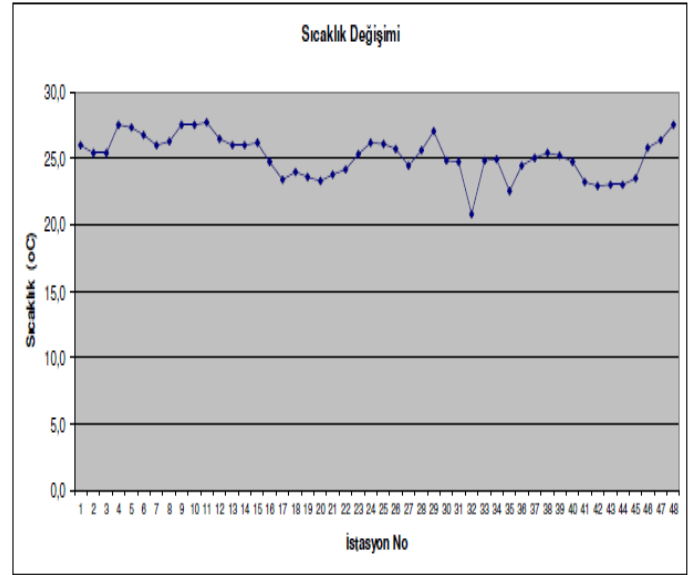
Şener (2010); çalışmasında Eğirdir Gölü için su seviyesine bağlı su sıcaklığı verileri üzerine çalışma yapmıştır. Su sıcaklığı verilerinin, yüzer güneş paneli uygulaması için belli bir önem arz etmiştir. Yüzer fotovoltaik panellerin, çalışmasından doğan ısının soğutulması ihtiyacı doğmuştur. Bu aşamada suyun sıcaklığının, çıkan ısıyı absorbe edebilmelidir. (Şekil 1).



Şekil 1. Eğirdir Gölü sıcaklık dağılım haritası (Şehnaz, 2010)

(Bulut, 2019), çalışmasındaki göl suyu sıcaklığı değerleri toplanmıştır. Çalışma içerisindeki istasyonların özelinde ve tüm istasyonların ortalaması gibi değerlere ulaşılmıştır. Bu değerler incelendiğinde su sıcaklığının yazın ortalama 25,9 °C sıcaklığa ulaştığı görülmüştür. Yine ortalama olarak ilkbahar aylarında 12,4 °C, sonbahar 13,6 °C değerleri görülmüştür. Kış aylarında ise 5 °C olan en düşük ortalama su sıcaklığı görülmüştür. Ayrıca Barla İstasyonu özelinde mevsimsel ortalama sıcaklık değeri 13,6 °C olmuştur. Bu değerler incelendiğinde, 2010 senesinde yayımlanmış olan (Şehnaz, 2010) çalışmasında görülen değerlerin geçerliliğinin devam ettiği anlaşılmıştır.

Eğirdir Gölü'nün ortalama en yüksek su sıcaklığı 25 °C olması panellerin soğutulması için yeterli görülmüştür. Bölgesel su sıcaklığı haritası, gölün batımetre doğrulanmasına yardımcı olmuştur. Ayrıca bölgesel hava sıcaklığının nerelerde yoğunlaştığı da açıklanmıştır. (Şekil 2).



Şekil 2. Eğirdir Gölü sularının sıcaklık değişimleri (Şehnaz, 2010)

3.2 Göl Derinliği

Göl 482 km² yüzölçümü ile Türkiye'nin 4. büyük gölü aynı zamanda 2. büyük tatlı su gölü olmuştur. Eğirdir Gölü orta kısımda, doğu batı doğrultusunda bir daralma göstererek iki kısma ayrılmıştır.

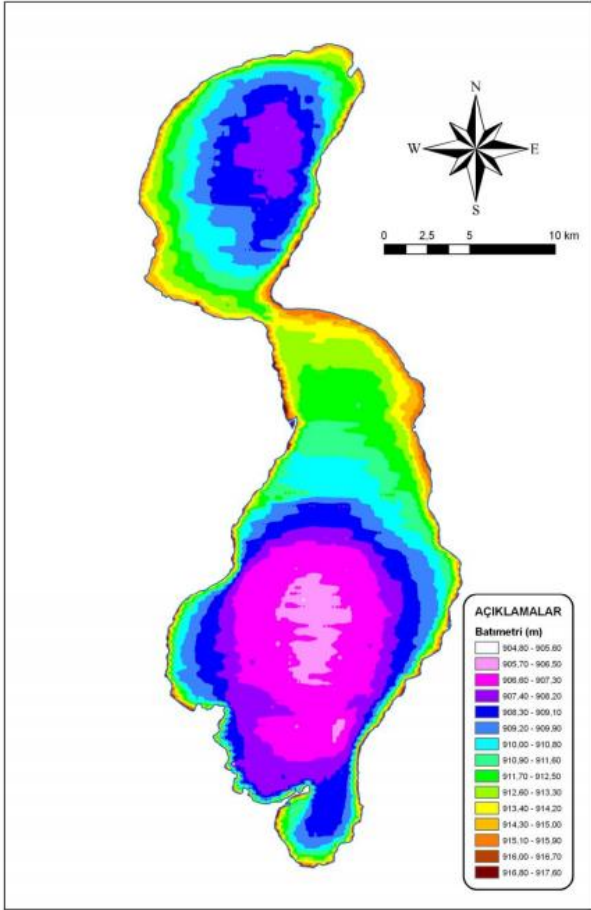
Kuzeyde kalan daha küçük kısım Hoyran, güneyde kalan kısım ise Eğirdir olarak isimlendirilmiştir. İki gölün arasındaki Hoyran Boğazı'nın genişliği 3 km'dir. Son verilere göre gölün ortalama derinliği 8-9 m arası olup en derin yeri 13-14 m arasındadır. (Şehnaz, 2010)

(Şehnaz, 2010), çalışmasındaki veriler yayımlandığı tarihe ait veriler olduğu için güncelliklerini kaybetmiştir. Ancak literatür taramasında ön bilgi olarak faydalı bulunmuştur.

(Bulut, 2019), çalışmasında Eğirdir Gölü'nün su kalitesi üzerine bir araştırma yapmıştır bu araştırma içerisinde göl su sıcaklığı ve su derinliği irdelenmiştir. Ölçümlerin hassasiyeti açısından gölün belirli noktalarındaki oluşturulan istasyonlarda ölçümler yapılmıştır. Eğirdir Gölü'nün en derin noktası Yeşilada İstasyonunda 8,1m ölçülmüştür. Diğer istasyonlar ise birbirlerine yakın değerler vermiştir ve gölün genelinde 5 m derinlik ölçülmüştür.

Ölçüm istasyonlarından Eğirdir Barla İstasyonu bu çalışma için önem arz etmiştir. Uygulama alanı olarak seçilmesi düşünülen Bedre Koyu'na en yakın istasyon burası olduğu anlaşılmıştır. Bu istasyona ait ölçümde göl su derinliği 5,8 m olduğu görülmüştür.

Eğirdir Gölü'nün batımetre haritasına erişilmiştir. Çünkü, yerleştirilmek istenen rüzgar türbinlerinin göl tabanına sabitlenmesi gerekmiştir. Dolayısıyla türbinlerin ihtiyaç duyduğu minimum yüksekliğin bu haritadan faydalanarak belirlenmesinin uygun olacağı düşünülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Eğirdir Gölü batimetri haritası, DSİ, 1999 (Kaçkoç, 2013)

3.3 Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Alınan Rüzgar ve Güneş Enerjisi Verileri

Tablo 1. Eğirdir istasyonu aylık ortalama rüzgar hızı (m/s)

$\Psi \lambda / A \Psi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2009	3.4	3.9	4.2	3.0	2.9	3.2	3.3	2.7	2.8	2.7	2.9	3.4
2010	3.3	4.5	3.9	3.2	2.8	2.9	2.8	2.7	3.6	3.0	2.8	3.2
2011	2.9	2.6	3.3	3.4	3.1	2.7	2.8	2.9	2.5	2.7	2.6	2.8
2012	3.1	3.0	3.6	3.9	2.9	2.8	3.0	3.4	2.5	2.4	2.9	2.8
2013	3.5	3.5	2.2	3.2	2.7	3.3	3.3	2.8	3.2	3.0	2.5	2.9
2014	2.1	2.6	3.7	3.5	3.1	2.7	3.2	2.7	3.2	2.5	2.8	2.9
2015	3.0	4.1	3.2	4.0	2.9	2.5	2.3	2.7	2.5	2.4	2.5	1.9
2016	2.6	3.8	3.6	3.3	3.0	3.1	2.8	2.7	2.7	2.7	3.0	3.1
2017	2.9	3.1	2.8	3.1	3.0	2.4	2.9	2.6	2.4	2.5	2.4	3.1
2018	3.5	3.0	3.6	2.6	2.1	2.5	3.1	2.5	2.6	2.3	2.3	2.9
2019	3.0	2.5	3.3	3.1	2.6	2.5	2.9	2.9	2.5	2.0	1.7	2.9

Eğirdir'deki güneş enerjisi potansiyelini verileri daha kısıtlı olmasına karşın yeterli seviyede bilgiye ulaşılmıştır. Buna göre, Eğirdir'deki aylık toplam güneşlenme süresi kış aylarında yaklaşık 150 saat olduğu anlaşılmıştır. Bu değer kış ayları için beklenildiği gibi düşüktür. Ancak yaz aylarında 310-330 saat güneşlenme süresi görülmüştür. Bu da günlük olarak 9-11 saat demektir ki gün içerisinde neredeyse kesintisiz olarak güneş alan bir bölge olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca global ve maksimum güneş radyasyon verilerine ulaşılmıştır. Bu verileri

Yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak için mevcut potansiyeli belirlenmelidir. Güvenilir veriler üzerine bir proje oluşturulmalıdır. Yenilenebilir enerjide geçmişe dönük veriler, gelecek dönemdeki durumu tahmin etmek için bakılan ilk yer olmuştur.

Bu çalışmada kullanılmak üzere son 10 yıla ait rüzgar enerjisi ve güneş enerjisi verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bazı istasyonların geçmişleri 10 yıl geriye dayanmadığı için daha yakın dönemden günümüze kadar olan bölümüne erişilmiştir. MGM'nin Eğirdir'de bulunan istasyonlarının sahip olduğu veriler, çalışma için yeterli görülmüştür. Alınan veriler hem potansiyel enerjiyi göstermektedir hem de gerekli mekanizma seçimlerinin yapılmasını olanak sağlamıştır.

Rüzgar enerjisi için alınan veriler iki başlıkta ortaya koyulmuştur. Bunlar; aylık olarak gösterilen maksimum rüzgar hızı ve yönü ile ortalama rüzgar hızı verileridir. Eğirdir ve Isparta'da bulunan istasyonların verileri alınmıştır. Bu çalışmada Bedre koyu civarında uygulanması düşünüldüğü için Eğirdir Barla istasyonlarına ait veriler kullanılmıştır. Ortalama hız, aylara bağlı olarak çok değişiklik göstermeyen bir izlenim vermiştir. Buna göre, 2.5 ile 3.3 m/sn arası bir rüzgar hızı olduğu görülmüştür. Maksimum rüzgar hızı ve yönü olarak ise her yıl 20-30 m/sn arasında maksimum rüzgar hızları olduğu görülmüştür. Rüzgar yönleri değişiklik gösterse de Muharrem Bey ile yapılan görüşme kaynak gösterilecek olursa rüzgar yönleri poyraz ve lodos rüzgarlarının ağırlıkta olduğu sonucuna varılmıştır. Bu veriler, bir rüzgar türbininin çalışması için gerekli rüzgar hızının bu bölgede olduğunu kanıtlamıştır (Tablo 1).

incelenirken kazanılabilecek elektrik enerjisinin potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır. Bu veriler de aylık olarak ele alınmıştır. Eğirdir'in sahip olduğu güneş radyasyon potansiyeli kış aylarında 250.000 watt/m² olduğu verisine ulaşılmıştır. Yaz aylarına doğru gelindikçe 400.000 ile 500.000 watt/m² gibi değerlere ulaştığı görülmüştür (Tablo 2). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan rüzgar ve güneş enerjilerine dair verilere göre uygun rüzgar türbini ve güneş paneli mekanizmalarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Düşünülen bölgede rüzgar türbinlerinin açısı da yine buradaki

belirtilen verilerin esas alınması gerektiği düşünülmüştür.

Tablo 2. Eğirdir/Barla istasyonu aylık toplam güneşlenme süresi (saat)

$\Psi \setminus \lambda / A \Psi$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2017							42.0	269.8	84.5	79.0		116.5
2018	148.4	161.8	216.9	263.7	279.7	251.4	337.3	303.4	272.1	247.1	180.1	147.7
2019	114.4	191.5	251.8	266.4	321.4	311.7	344.3	334.5	289.5	259.4	194.5	159.9

3.4 Eğirdir Hakkında Röportaj

Yapılan literatür taramaları, yapılan bir röportaj ile desteklenmiştir. Röportaj, Muharrem Yıldırım ile gerçekleştirilmiştir. Muharrem Bey, emekli bir balıkçı ve bölge hakkında oldukça geniş bilgiye sahip birisidir. Muharrem Bey'in bize aktardığı bilgi ve birikimi çalışma için dönüm noktası oluşturacak niteliğe sahiptir. Gölde oluşan her türlü değişikliği ömrü boyunca deneyimlemiş birisi, bu çalışma için büyük değer taşıyacağı düşünülmüştür (Ek-1).

Röportaj neticesinde;

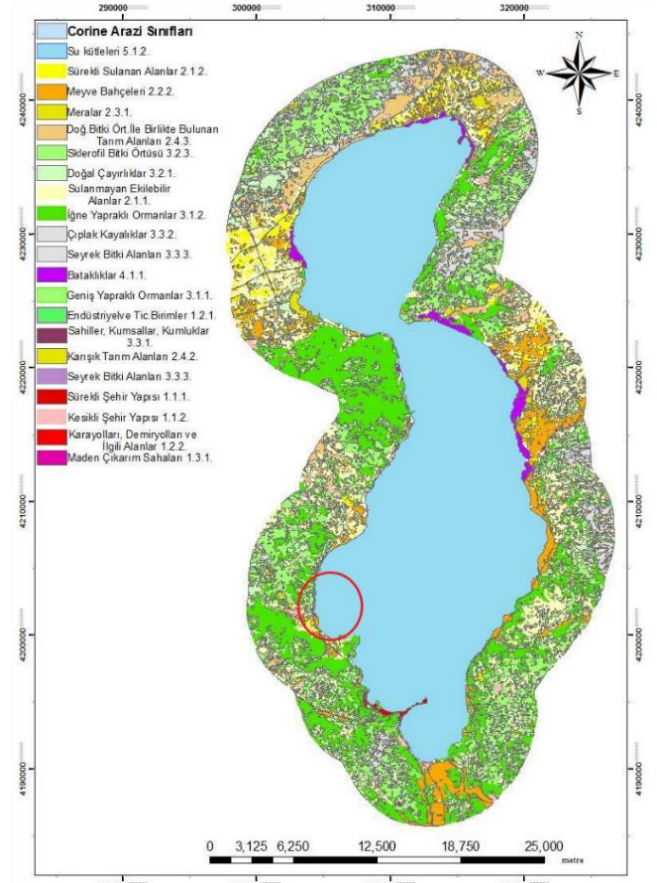
- Göl su seviyesi nisan ve mayıs aylarında yükselip,
- Yaz aylarında sıcaklık ve sulama etkisiyle düşüşe geçtiği,
- Eylül aylarında ise tekrar yağışlarla yükselerek yıl içerisinde kendini tamamlayan bir döngüye sahip olduğu,
- Gölde oluşan dalgaların genel olarak 2-3m arasında olduğu ancak 4-5 metreye ulaşan daha iri dalgaların da olduğu,
- Bedre Koyu olarak bilinen bölgede dalga oluşmadığı öğrenilmiştir.

Röportajdan kazanılan en faydalı bilgi ise Bedre koyunun bulunduğu alanda hiç dalga oluşmadığının öğrenilmesi olmuştur. Çünkü, yüzer fotovoltaik güneş panellerinin konumlandırılmasında dalganın olmadığı bir alan seçmek uygulanabilirliğini arttırmalıdır. Böylece çalışma bu yönde ilerlemesi kararlaştırılmıştır. Bir diğer sonuç ise mevsimsel rüzgar hızı değişiklikleri bu röportaj ile desteklenmiştir.

3.5 Eğirdir Gölü Çevresindeki Arazi Kullanımı

Gençer (2011), çalışmasında Eğirdir Gölü çevresindeki arazi kullanımlarını belirlediği bir çalışma ortaya koymuştur. Bu çalışma içerisinde arazi kullanımları harita üzerinde gösterilmiştir. Bu çalışmadan sağlamak istenilen yarar ise uygulama alanı olarak seçilen Bedre koyu çevresindeki arazi kullanımını yani ikamet durumu olup olmadığının belirlenmiştir.

Haritada, Bedre Koyu çember içerisinde gösterilmiştir. Bu harita ile Bedre Koyu civarında mevcut ikamet durumunun olmadığı belirtilmiştir. Bölgenin tarım arazisi olarak kullanıldığı ve ekim yapılmayan bazı bölgeler içerdiği görülmüştür. Ayrıca el değmemiş doğal bitki örtüsüne sahip olduğu anlaşılmıştır. (Şekil 4).



Şekil 4. CORINE arazi kullanım haritası (Gençer, 2011).

Literatür taraması haricinde bölgede yapılan araştırma gezisinde Bedre Koyu mesire alanı olarak değerlendirilmiştir. Koydaki plaj özellikle ayaz aylarında aktif olarak kullanılmıştır. Plaj ve mesire alanı dışında kalan alan ise tarıma ayrılmıştır. Ulaşımın kolay olduğu Bedre Koyu yaz ayları dışında sakin bir alan olarak değerlendirilmiştir.

Bedre koyu turizme hizmet eden bir alan olduğu belirlenmiştir. Burada turizme yönelik işletmeler ve belediyeye ait bir plaja ev sahipliği yaptığı öğrenilmiştir. Bedre'nin bu kullanım durumu proje için engel teşkil etmediği düşünülmüştür. Türbinlerin, mevcut kullanımı aksatmayacak şekilde konumlandırılmalıdır. Bu noktada rüzgar türbinlerinin çıkardığı gürültü kirliliğinin ikamet eden insan olmadığı için uygun bir yer olduğu kesinleşmiştir.

Bedre bölgesinde ikamet eden insan olmadığı için türbinlerin oluşturduğu gürültü kirliliğinin rahatsızlık vermeyeceği anlaşılmıştır. Ancak bölgenin turizm potansiyelini olumsuz etkilememesi önem teşkil etmiştir. Bu yüzden, türbinlerin koyun özelliğinden mahrum kalmayacak bir mesafede

konumlandırılması her koşula göre en uygun olanıdır. Türbinlerin 1500 m mesafe kıyıdan uzağa konumlandırılması uygun görülmüştür.

3.6 Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

3.6.1 Yavaş şehir Eğirdir (Cittaslow)

1999 yılında İtalya'nın Greve in Chianti kentinde kurulan Cittaslow Birliği nüfusu 50.000 altında olan kentlerin üye olabildiği uluslararası bir belediyeler birliğidir. Birliğe üye olmak için birliğin belirlediği kriterleri gerçekleştirmek için projeler geliştirmek ve uygulamak gerekmektedir. Kentlerin kriterler çerçevesinde yaptığı çalışmalar puanlanmakta ve bir kentin üye olması için 50 ve üzerinde puan alması gerekmektedir. 1999 yılında birliğin belirlediği kriterler, birliğin sadece İtalya veya Avrupa'da değil bütün dünyada yayılması sonucu daha evrensel bir hale getirilmeye çalışılmıştır. (“Cittaslow Üyelik Kriterleri”, 2020)

Demir (2019), çalışmada Eğirdir'i cittaslow kriterleri açısından değerlendirmesini sunmuştur. Eğirdir'in cittaslow niteliği kazanmasını sağladığı bu kriterleri korunmalıdır. Söz konusu çalışmada Eğirdir'in çevre, altyapı, kentsel yaşam kalitesi gibi kriterlerin incelenmiştir. Uygulanması düşünülen yenilenebilir enerji sistemlerinin bu kriterlere olumsuz etkileri olmamalıdır. Bu sistemlerin çevreye vereceği bazı zararlar ve yararlar tartışılabilir. Örneğin; rüzgar türbinleri bölgedeki kuş popülasyonuna zarar verebileceği söylenmelidir. Öyle ki, Eğirdir her zaman göçmen kuşların uğrak noktası olmuştur. Kuş habitatına zarar vermemek adına bazı önlemler alınmalıdır. Bu proje için düşünülen bazı önlemler düşünülmüştür. İlki, sisteme entegre edilecek sensörler ile sistemin duraklatılması sağlanması düşünülmüştür. İkinci olarak ise göçmen kuşların Eğirdir'i misafir ettiği dönemler incelenerek bu dönemlerdeki hareketleri incelenerek türbin sistemleri tamamen duraksatılması düşünülmüştür. Çevreye olan yararlarından biri olarak ise rüzgar türbinleri doğadaki çiçeklerin polenlerinin yayılmasına katkıda bulunduğu söylenilmelidir. Projedeki bir diğer sistem olan yüzer güneş panelleri su ile havanın etkileşimini %70 oranında keserek yaz aylarındaki buharlaşma ve su kaybını azaltıcı etkide bulunacağı öngörülmüştür.

Cittaslow'un kriterlerinden biri olan sürdürülebilirliğin, yenilenebilir enerji uygulamalarıyla desteklenmelidir. Enerjideki sürdürülebilirlik, sosyal ve ticari hayatın da devamlılığını olumlu katkıları olacağı düşünülmüştür.

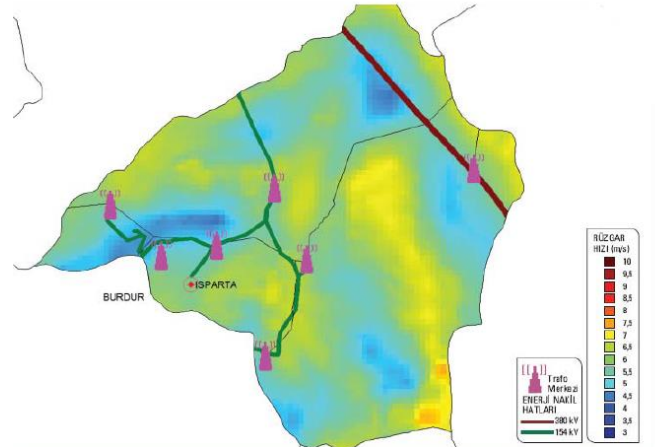
Sakin şehir Eğirdir'de gürültü seviyesinin düşüklüğü korunmalıdır. Rüzgar türbinlerinin yaydığı gürültünün cittaslow kriterlerini ihlal etmemesi gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır. Rüzgar türbini seçimi yapılırken bu kriterlere dikkat edilmelidir.

3.6.2 Eğirdir sit alanları

Eğirdir Gölü, Türkiye'nin en büyük 2. tatlı su gölüdür. Eğirdir Gölü'nün maksimum su kotu ile çevrelenen su alanı “I. Derece Doğal Sit Alanı” olarak belirlenmiştir. Maksimum su kotundan itibaren 300 metrelik bir bant ise “III. Derece Doğal Sit Alanı” olarak kabul edilmiştir. (“Eğirdir Gölü”, 2020)

Sit alanının 300 metrelik bir genişlik oluşturması proje için bir problem oluşturmuştur. İlk başta elde edilen elektrik enerjisinin bir depo kurularak depolanması düşünülmüştür. Ancak bu sit alanı problemi ile başka bir çözüm

geliştirilmelidir. Elektrik enerjisinin doğrudan elektrik şebekesine bağlanması bir çözüm olarak karşımıza çıkmıştır. Bunun için yapılan araştırmasında T.C. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı Isparta iline ait trafo merkezlerinin ve enerji nakil hatlarının gösterildiği bir haritaya erişilmiştir. (Şekil 5)'de gösterilen haritada Eğirdir'de ve Barla'da bulunan trafo merkezlerinin tam da Bedre Koyu üzerinden geçen enerji nakil hatlarıyla birbirine bağlandığı görülmüştür. Bu enerji nakil hattının varlığı, projenin enerji depolama sorununu çözebileceği düşünülmüştür. Bu problemin enerji nakil hatlarıyla çözülmesi, kazanılan elektrik enerjisinin yalnızca Eğirdir özelinde değil gerekli görüldüğünde tüm Isparta ile paylaşılabilirliği anlaşılmıştır.



Şekil 5. Isparta enerji nakil hatları ve trafo merkezleri (“Isparta İli Rüzgar Kaynak Bilgileri”, 2020)

3.6.3 Güvenlik

Kıyıda açıkta bir noktada rüzgar türbini ve güneş paneli koyulması güvenlik ihtiyacı doğurmuştur. Panelin ve türbinin güvenliğini sağlamak amacıyla araştırma yapmadan tehlike koşullarını ve bunlara uygun hedef kriterlerin belirlenmelidir. Öncelikle doğal bir ortama bırakılacak bu sistemlere su canlılarıyla etkileşimi oldukça sınırlıdır. Yüzer güneş panelleri su yüzeyinin bir miktar üzerinde konumlandırılmıştır. Türbinin ise sadece gövdesinin alt kısmı su ile temas halindedir. Ancak türbinler kuşlar ve hava araçları için tehlike oluşturmamalıdır. Rüzgar kurulu gücünde önde gelen ülkeler yeni rüzgar projeleri geliştirirken uygun alan belirlenmesi ile doğal yaşamın korunması konularına öncelik verilmiştir. Öne çıkan bazı önlemler; rüzgar türbinlerinde radar kullanımı, konum belirleme sistemleri ile kuş sürülerinin takibi, ultrasonik ses yayılarak kuşların santrallerden uzak tutulması, rüzgar gücünde azalma olduğunda sistemin durdurulması, türbinlerin ayırt edici renklere boyanması, tehlike anında santralin durdurulması doğal yaşamın korunmasında öne çıkmıştır. Proje kapsamında bu önlemlerin alınması basit ve etkili olacaktır.

(Avşaroğlu, 2011), çalışmada rüzgar türbinlerinin yıldırım düşmesine karşı korunması incelenmiştir. Çalışma neticesinde, rüzgar türbininin temel topraklamasının yapılması, eş potansiyel baraya bütün metal aksamaların bağlanması ve aşırı darbe bastırıcıları bulunması gerektiğine dikkat çekmiştir. Bu sistemler elektrik çarpmalarına, ani gerilim farklarının oluştuğu yıldırım düşmesi gibi olaylara

karşı türbini koruyacağı belirtilmiştir.

Türbin ve panellerin güvende olması ve kimse onlara müdahale etmemelidir. Bu noktada, balık çiftlikleri ile bu çalışmadaki durumun ortak olduğu düşünülmüş ve bu yönde araştırma yapılmıştır. Balık çiftlikleri için geliştirilen güvenlik seçeneklerinden faydalanmak türbinlerin ve panellerin güvenliği için uygun olacağı düşünülmüştür.

İki adet güvenlik seçeneği öne çıkmıştır. Bunlardan ilki tamamen entegre bir şekilde çalışan iletişim ve caydırma teknolojisi olmuştur. Menzilli bir şekilde çalışan ve insan sağlığına bir zararı olmayan bir güvenlik sistemi olduğu görülmüştür. Askeri amaçla da kullanılan bu teknolojiler yenilenebilir enerji üretimi tesisi için de fazlasıyla yeterli olduğu düşünülmüştür. Bu mekanizmalar, uzun menzilli, sözlü iletişim ve ölümcül olmayan göz kamaştırıcısı ile kullanıcısının aydınlatma, uyarı ve caydırma işlemleri arasında seçim yapmasına olanak sağladığı belirtilmiştir.

İkincil güvenlik önlemi olarak ise geniş kullanım alanı olduğu gibi balık çiftlikleri için de kullanıldığı öğrenilen dronlar olmuştur. Dronlar aracılığıyla belirli aralıklarla ve acil durumlarda tesis ve çevresinde hızlı ve güvenilir bir keşif ve kontrol aracı olarak seçilmiştir.

Aynı zamanda, çevre sakinlerinin de bu durumdan maddi ve manevi yönlerde etkilenmemesi istenmiştir. Rüzgar türbinlerinin gürültü potansiyeli engellenmelidir. Bu durumun engellenebilmesi için kıyıda belli bir mesafe uzağa kurulması düşünülmüştür. Ancak, Bedre Koyu bir koy olduğu için dalga oluşmamaktadır ve uygulama alanı olarak bu yüzden seçilmiştir. Yani, türbinlerin bölgenin koy özelliğinden mahrum kalmadığı en uygun açıklık mesafesi seçilmesi gerekmiştir. Kuş bakışı gözlem ile bu mesafe 1500 m olarak belirlenmiştir. Bu mesafede, türbin ve panellerin hem kolay kurulabilir hem güvenliğini hem de enerji aktarımını sağlaması koşullarına bağlı olarak değişiklik yapılması düşünülmelidir. Türbinler bu açıklıktan öteye kurulmaması kesin olarak belirtilmelidir. Ayrıca Bedre Koyu, plaj ve mesire alanı olarak kullanıldığı için ikamet sayısı yok denecek kadar az olduğu belirlenmiştir. Yani gereklilik dahilinde türbinlerin kıyıya olan uzaklığının azaltılmasında sorun olmayacağı anlaşılmıştır.

3.7 Mekanizma Seçimi

3.7.1 Rüzgar Türbini

Eğirdir hakkında elde edilen verilerinin uygun bir rüzgar türbini seçmek için yeterli olacağı düşünülmüştür. Rüzgar türbini seçiminde en önemli unsur, türbinin başlangıç için gerekli minimum rüzgar hızının karşılayabilmelidir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan verilere bakılarak 2.5m/s'nin bölgedeki minimum rüzgar hızı olduğu belirlenmiştir. Rüzgar türbinleri yatay eksenli ve dikey eksenli olarak iki kategoriye ayrılmıştır. Kısaca anlatılmak istenirse başlangıç rüzgar hızı 2.5 m/s'nin altındaki durumlarda dikey eksenli, üstündeki durumlarda ise yatay eksenli rüzgar türbinlerinin tercih edilmesi uygun bulunmuştur. Bu proje için yatay eksenli rüzgar türbini seçilmiştir. Çalışma kapsamında, örnek teşkil etmesi ve geçerliliği sorgulanabilir olması için piyasada bulunan bir rüzgar türbini seçimi yapılması uygun bulunmuştur. Yapılan piyasa araştırmalarında bir adet rüzgar türbini seçilmiştir. Seçilen türbinin yüksekliğinin 15 metre olması istenmiştir. Batımetre haritası ve türbinin alçak

kalmaması gibi sebeplerle 15 m uygun bir yükseklik olarak bulunmuştur. Ayrıca MGM'den alınan veriler yer düzeyinden 10 metre yüksekliğinde kaydedilen verilerdir. Bu kıstaslar neticesinde 15m yükseliğe sahip rüzgar türbini uygun görülmüştür. Aelos marka rüzgar türbini üreticisinin Aelos-H 3 kw rüzgar türbini seçilmiştir (Şekil 6). Tablo 6'da görülen özelliklere sahip rüzgar türbini ihtiyaç duyulan başlangıç rüzgar hızı 2.5m/s olması seçilmesindeki en büyük etken olmuştur. Bu türbinin 40 db gürültü seviyesine sahip olması kullanım için uygun olduğu fikrini desteklemiştir (Tablo 3). 40 db bir rüzgar türbini için oldukça iyi bir gürültü seviyesi olduğu söylenmelidir. Karşılaştırma yapmak gerekirse evdeki bir klima 50 db veya buzdolapları 40 db ses seviyesinde çalıştığı söylenilmelidir.



Şekil 6. Aelos-H 3 kw rüzgar türbini ("3 kw Rüzgar Türbini", 2020)

Tablo 3. Aeolos-h 3kw rüzgar türbini özellikleri ("3 kw Rüzgar Türbini", 2020)

Ölçülen Güç	3 kw
Maksimum Çıkış Gücü	4 kw
Çıkış Voltajı	120/220 V
Kanat Sayısı	3 Fiberglass Kanat
Rotor Kanat Çapı	4.8 m
Başlangıç Rüzgar Hızı	2.5 m/s
Türbin Ağırlığı	138 kg
Gürültü Seviyesi	40 db
Isı Aralığı	-20°C ile +50°C

3.7.2 Yüzer güneş paneli seçimi

Yüzer güneş enerjisi sistemleri ülkemize yeni yeni girmeye başlamıştır. Ülkemizdeki ilk uygulama İstanbul Büyükçekmece Gölü'nde yapılmıştır. Buradaki uygulama bu çalışma için örnek teşkil etmektedir. Büyükçekmece Gölü için 960 adet 260W polikristal güneş paneli kullanılmıştır (Şekil 7). Bu proje için ilk başta rüzgar türbini ile kıyaslanabilmesi için toplam güç kapasitesinin 3000 watt'a eşit olması düşünülmüştür. Yapılan piyasa araştırmasında 300W gücünde 10 adet polikristal fotovoltaiik panel kullanılmasına karar verilmiştir. Bu panellerin yüzdürücü sistemler yardımıyla su yüzeyinde konumlandırılması düşünülmüştür. Panellerin her biri 2 m² alan kaplamaktadır. Toplam 20 m² alana yayılmıştır.



Şekil 7. Büyükçekmece Gölü yüzer güneş enerjisi santrali (“İBB Türkiye’nin İlk Yüzer Güneş Enerji Santralini Kurdu.”, 2020)

3.7.3 Elektrik dağıtımı

Sistem için uygun bulduğumuz rüzgar türbini ve güneş

4. Sonuç

Yapılan araştırmalar neticesinde proje için bir çerçeve çizilmiştir. Bu çerçeve, projenin yapılmadan ve yapıldıktan sonra nelere dikkat edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Göl içerisinde konumlandırılması için en uygun bölgenin Bedre Koyu olduğu kabul edilmiştir. Öyle ki, güneş panellerinin sabit kalmasını sağladığı gibi rüzgar türbinlerinin de çalışmasına olanak sağlayan bir bölge olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, enerji nakil hattına yakın olması da bölgenin uygunluğunu pekiştirmiştir. Literatür taramalarından elde edilen verilerin değerlendirilip proje için en iyi şekilde fayda sağlanmaya çalışılmıştır. Göl hakkındaki yapılan araştırmalar bu proje için oldukça kolaylıklar sağladığı görülmüştür.

Yüzer güneş paneli santrallerinin yaz aylarındaki buharlaşma neticesindeki su kaybını azaltıyor olması her yıl su seviyesi azalan Eğirdir Gölü için önem arz etmiştir. Tatlı sularda kullanılan elektronik sistemlerin tuzlu sulara göre daha az deforme olacağı da belirtilmelidir. Bu tarz bir uygulamanın sadece elektrik enerjisi elde etmek amacı başladığının ancak kazanılan yararın bundan çok daha fazlası olduğu görülmüştür. Göl çevresindeki tarım faaliyetleri için kullanılan geçici yerleşim yerlerinin elektrik ihtiyaçlarının doğrudan giderilebilmesi için de ek bir çalışma yapılabileceği düşünülmüştür. Bu projenin uygulama aşamasına gelmesi için gerekli izinler verilmelidir. Bölgedeki sit alanlarını ihlal etmediği belirtilmelidir. Ayrıca enerji nakil hatlarına erişim için izin alınması ve bu yönde ek çalışma yapılması gündeme gelmelidir. Bu proje bir tavsiye niteliği taşıdığı için ihtiyaca göre kurulumun artırılması gerekecektir bu yöndeki fizibilite çalışmaları neticesinde daha kapsamlı santraller kurulması üzerine çalışılmalıdır. Ayrıca periyodik olarak bölgenin ihtiyacı belirlenmelidir. Tüketim oranı artarsa eğer sistem genişletilmelidir. Bu noktada rüzgar türbinin mi yoksa güneş paneli sayısı mı artırılmalıdır sorusu ortaya çıkar. Bu noktada da maliyet ve geçen süredeki verimlilik oranları karşılaştırılmalıdır.

Eğirdir ve Eğirdir Gölü çevresindeki sosyal ve ekonomik canlılığın ortalamanın üzerinde olduğunu belirtilmiştir. Eğirdir, hem doğal hem de kültürel zenginliği ile bir turizm kenti olmuştur. Özellikle gölün cazibesi etrafında gelişmiş bir

panelleri beraber kullanılması planlanmıştır. Hibrit bir sistem oluşturacak bu üretim modeli için yapılan araştırmalar, sistemin akü ve jeneratörler ile kapalı bir döngüye sahip olabileceği gibi şebekeye bağlanarak iletim ağı genişletilmelidir.

(Aydın, 2020) çalışmasında hibrit yenilenebilir enerji sistemleri ile entegre akıllı şebeke modellemesini konu almıştır. Bu çalışma içerisinde rüzgar ve güneş enerjisi hesapları, kendi çalışmamıza nazaran daha kapsamlı olmakla beraber aynı temeller üzerinde inşa edilmiştir. Söz konusu şebeke modellemesi hakkında oldukça benzer amaçlar güdüldüğü görülmüştür. Enerji kaynağı, akü ve jeneratörler yardımıyla akıllı bir şebeke modeli oluşturularak ana şehir şebekesine katılım gerçekleştirilmesi istenmiştir. Bu çalışmamız için de yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik enerjisi üretimi benzer bir yol izlenerek proje alanına yakın bulunan elektrik trafo merkezi üzerinden dağıtım şebekelerine bağlanmasına karar verilmiştir.

turizm geleneğine sahip olduğu söylenmelidir. Bunun yanında tarım alanında da gelişmiş olduğu öğrenilmiştir. Özellikle elma üreticiliğinde Türkiye’nin sayılı noktalarından biri olduğu öğrenilmiştir. Aynı şekilde sanayileşme ve son dönemdeki maden ocakları ile gelişmeye devam ettiği söylenmelidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanarak mevcut durumunu geliştirilmelidir. Bu yönde oluşturulan bir yönetim politikası aynı zamanda citslow kenti ruhunu da muhafaza etmesine yardımcı olacağı düşünülmüştür. Kendi kendine yeten sürdürülebilir bir kent modeli ortaya çıkmıştır. Bu çalışmanın hayata geçmesiyle yerel halkın yenilenebilir enerji hakkındaki fikri gelişerek, ufak uygulamalar yapmasına vesile olması beklenmelidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, ülkemiz adına oldukça önemli olduğu bir kez daha vurgulanmıştır. Öyle ki dışa bağımlılıktan kurtulmak adına büyük bir fırsat olarak görülmelidir. Türkiye’de yapılan her bir uygulama bir sonrakini teşvik etmeli ve yol göstermelidir. Yeni yolların denenmesi için devlet tarafından cesaret verilmeli ve teşvik edici adımlar atılmalıdır.

Teşekkür

Araştırma sürecinde, kapsamlı meteorolojik verilerini paylaşan Meteoroloji Genel Müdürlüğü’ne, tecrübelerini içtenlikle aktaran Muharrem Yıldırım’a, araştırmalarından faydalandığımız bilim insanlarına teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Aksu, H. H. (2011). Eğirdir ve beyşehir gölü havzası tektoniğinin jeofizik çalışmalarla yorumlanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Isparta, Türkiye.
- Avşaroğlu, M. K., Tekin, T., Serindağ, S. (2011). Rüzgar türbinlerinde topraklama ve yıldırımdan korunma sistemleri. II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi Bildirileri.
- Aydın, Ö. (2020). Hibrit yenilenebilir enerji sistemleri ile entegre akıllı şebekenin modellenmesi ve simülasyonu. Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İleri Teknolojiler

- Anabilim Dalı Enerji Kaynakları ve Yönetimi Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, Türkiye.
- Bulut, C. Kubilay, A. (2019). Eğirdir gölü (Isparta/Eğirdir) su kalitesinin mevsimsel değişimi. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences , Cilt: 36 Sayı: 1 Sayfa: 13-23 DOI: 10.12714/egejfas.2019.36.1.02
- Choi, Y. K. (2014). A Study on Power Generation Analysis of Floating PV System Considering Environmental Impact. International Journal of Software Engineering and Its Applications Vol.8 No:1, 75-84.
- Demir, H. (2019). Yerel halkın bakış açısıyla cittaslow (sakin şehir) kavramı ve etkinliği: yalvaç ve eğirdir örnekleriyle karşılaştırmalı bir araştırma. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep, Türkiye
- Gençer, M. (2011). Eğirdir gölünü çevreleyen arazilerin corne yöntemine göre arazi kullanım sınıflaması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Isparta, Türkiye.
- Kaçıkoç, M. (2013). Eğirdir gölü hidrodinamik ve su kalitesinin delft3d modeli ile modellenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Isparta, Türkiye
- Kayhan, T. (2019). Peyzaj uygulamalarında yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma olanakları. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Isparta, Türkiye.
- Mut, A. O. (2019). Büyükçekmece gölü yüzer güneş enerjisi sistemleri üzerine etkiyen rüzgar ve dalga yüklerinin hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemiyle analizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Meteoroloji Mühendisliği Anabilim Dalı Atmosfer Bilimleri Programı, İstanbul, Türkiye.
- Şehnaz, Ş. (2010). Eğirdir göl suyu ve dip sedimanlarının hidrojeokimyasal incelemesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Isparta, Türkiye.
- Şeker, A. (2016). Yenilenebilir enerji, türkiye’de yenilenebilir enerji potansiyeli ve yeşil pazarlama ve yenilenebilir enerjinin pazarlanması. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Cilt: 9 Sayı: 46 Issn: 1307-9581
- Trapani, K., & Santafe, M. R. (2014). A Review of Floating Photovoltaic Installations 2007-2013. Progress in Photovoltaics.
- Ueda, Y., Kurogawa, K., Konagai, M., Takahashi, S., Terazawa, A., & Ayaki, H. (2012). 5 Years Demonstration Results of Floating PV Systems with Water Spray Cooling., (s. 3926-3928).
- Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Önemi (2012). T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Teknolojileri, Ankara, Kod:522ee0421
- 3 kw Rüzgar Türbini. (2020, 26 Mayıs). Erişim adresi: <https://www.windturbinestar.com/3kw-ruezgar-tuerbini.html>
- Cittaslow Üyelik Kriterleri. (2020, 26 Mayıs). Erişim adresi: <https://cittaslowturkiye.org/uyelik-sureci-ve-kriterler/>
- Eğirdir. (2020, 26 Mayıs). Erişim adresi: <https://egirdirturizmdanismaburosu.ktb.gov.tr/TR-176895/egirdir.html>
- Eğirdir Gölü. (2020, 26 Mayıs). Erişim adresi: <http://www.egirdir.gov.tr/egirdir-golu>
- Eğirdir Gölü’nün su seviyesi son 3 yılda 1 metre 55 santim azaldı. (2020, Ekim). İhlas Haber Ajansı. Erişim adresi: <https://www.iha.com.tr/isparta-haberleri/egirdir-golunun-su-seviyesi-son-3-yilda-1-metre-55-santim-azaldi-2720221/>
- Eko Turizmi. (2020, 26 Mayıs). Erişim adresi: <https://isparta.ktb.gov.tr/TR-70974/eko-turizmi.html>
- Isparta İli Rüzgar Kaynak Bilgileri (2020, 26 Mayıs). Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. Erişim adresi: <https://www.eigm.gov.tr/File/?path=ROOT%2f4%2fDocuments%2frep%2fSPARTA-REPA.pdf>
- İBB Türkiye’nin İlk Yüzer Güneş Enerji Santralini Kurdu. (2020, 26 Mayıs). Erişim adresi: <https://www.ibb.istanbul/News/Detail/34143>