

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YENİLENEBİLİR ENERJİ SANTRALLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
VE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE ENTEGRASYONU**

DOKTORA TEZİ

Volkan ÖZTÜRK

0609142045

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği

Program: Geomatik

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kamil Eren

ŞUBAT 2023

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YENİLENEBİLİR ENERJİ SANTRALLERİNİN COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
VE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE ENTEGRASYONU

DOKTORA TEZİ
Volkan ÖZTÜRK
0609142045

Anabilim Dalı: İnşaat Mühendisliği
Program: Geomatik

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kamil Eren

Prof. Dr. Turgut Uzel

Prof. Dr. Durmuş Tayyar Şen (İstanbul Atlas Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Nurettin Uğural

Dr. Öğr. Üyesi Recep Duranay (İstanbul Atlas Üniversitesi)

ŞUBAT 2023

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanması sürecinde bana yol gösteren, her zaman daha iyisinin yapılabileceğini ve bunun ancak düşünerek ve bilimsel uygulamalar ile olabileceğini gösteren, binlerce sayfaya varan dökümanlarımı büyük bir titizlikle okuyup, değerlendirip öze ulaşmam için yol gösteren ve bir an olsun desteğini esirgemeyen, çok kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Kamil Eren'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Her zaman yanımda olan ve bunu hissettiren aileme, güneşime ve çocuklarıma sevgilerimi iletiyorum.

Fikirlerinden çok faydalandığım çalışma arkadaşlarımı da unutmadım; gönülden teşekkürler.

21 Mart Ekinoksu sırasında tamamladığım tezimin, gece ve gündüzün eşit olduğu, güneşin her iki yarım kürede de aynı açıyla düştüğü bir zamana gelmesi benim için de güzel bir işaret. Çalışmamın Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Yılına gelmesinden dolayı da gurur duyuyorum. Araştırmacılara yol gösterici olması dileklerimle.

Şubat, 2023

Volkan ÖZTÜRK

ÖZET

YENİLENEBİLİR ENERJİ SANTRALLERİNİN COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE YAPI BİLGİ MODELLEMESİ İLE ENTEGRASYONU

Volkan ÖZTÜRK

Sürekli bir değişim ve dönüşüm içinde olan sanayi ve teknoloji kavramları, sadece kendilerini değil; on dokuzuncu yüzyılın üçüncü çeyreğine kadar hükümranlılığını sürdüren ve tahtını kimseye devretmeye pek de niyetli olmayan konvansiyonel enerji kaynaklarını da etkilemiştir. Orta ve uzun vadede, konvansiyonel yakıtların yerini bu anlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının alacağı öngörülen bir değişim sürecidir.

Bu çalışmada dünyada ve Türkiye’de geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tarihçesi ve mevcut durumu incelenmiştir. Coğrafi bilgi toplamak için çeşitli analizler ve araştırmalar yapabilen ve sonuçları farklı gerçekleştirme ortamları açısından ifade edilebilen sistemler olan Coğrafi Bilgi Sistemleri doğrultusunda gelişmeler takip edilmiştir. Bunun yanı sıra yapılar ile ilgili tüm tasarımsal ve sayısal veriden oluşan 3 boyutlu bir modelin meydana getirilmesiyle, hazırlanan modele proje verileri bütünüyle işlenmiş, analizler yapılmış, hazırlanan modelin tüm proje sürecine katılan paydaşlar tarafından yapıların ve enerji santrallerinin yaşam döngüsü süresince ortak kullanımına imkân tanıyan bir çalışma sistemi olarak tanımlanan Yapı Bilgi Modellemesi ile de entegre edilmiştir. Bir holdingin bünyesindeki enerji tesislerine entegre edilen “mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması”, sahip olduğu Coğrafi Bilgi Sistemleri altyapısı ile farklı lokasyonlarda bulunan enerji santrallerinin operasyonel süreçleri zaman boyutunun yanında coğrafi bilgi sistemleri boyutuyla da kayıt altına alınmakta; bu kayıtlar ileriye dönük verimlilik ve süreklilik hesaplamaları için kullanılmakta; pek çok otomatize edilmiş süreç ve veri entegrasyonu barındırması sayesinde iş yükü en aza indirilmektedir. Bunun yanı sıra operasyonel verimlilik için kullanılan veriler hem önleyici bakım açısından CBS ile entegre edilmiş hem de YEKDEM kapsamında saat bazlı verilerde geçmiş veriler kullanılarak yapılan projeksiyonlar santralin işletilmesinde optimizasyon yapılmasına da olanak sağlamaktadır.

Bu çalışma, bir jeotermal santralin CBS ve YBM ile nasıl planlandığı ve buna entegre edilen hibrit güneş santralının özelinde yer alan uygulamaların, yalnızca yenilenebilir enerji alanında değil konvansiyonel enerji kaynaklı santralleri de kapsayacak şekilde interdisipliner çalışmalarla daha ekonomik, daha verimli daha çevreci ve sürdürülebilir sonuçlar ortaya koyacağını göstermektedir.

Bu anlamda alanında bir ilk olmasıyla, sonra yapılacak benzer çalışmalar için bir yol haritası sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Yapı Bilgi Modellemesi, Yenilenebilir Enerji, Güneş Enerjisi, Jeotermal Enerji, Rüzgâr Enerjisi, Hidroelektrik Santral, Hibrit Enerji Santrali.

ABSTRACT

INTEGRATION OF RENEWABLE POWER PLANTS WITH GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS AND BUILDING INFORMATION MODELING

Volkan ÖZTÜRK

The concepts of industry and technology, which are in constant change and transformation, not only themselves but also affected the conventional energy sources that continued to rule until the 1850s and did not intend to cede their throne to anyone. In the medium and long term, it is a process of change that is predicted to replace conventional fuels with renewable energy sources in this sense.

This study reviewed the past and present histories of conventional and renewable energy around the globe and in Turkey. Geographic Information Systems, which are systems that bring together geographical information, can make various analyses and inquiries and the results can be expressed with different means of representation, creating a 3D model consisting of all design and numerical data about the buildings, in which all project data are processed, analyses are made and the model is created. Building Information Modeling, which is a working system that ensures the common use of buildings and power plants throughout in the life cycles, has been integrated by the stakeholders participating in the project process.

The “mC2 Power Plants Operational Management Application” integrated into the energy facilities of a Holding, with its Geographical Information Systems infrastructure, the operational processes of the power plants located in different locations are recorded in terms of geographic information systems as well as time dimension; these records are used for future efficiency and continuity calculations; the workload is minimized thanks to the fact that it contains many automated processes and data integrations. In addition, the data used for operational efficiency are both integrated with GIS for preventive maintenance and projections made using historical data in hour-based data within the scope of YEKDEM, for example, the rain falling in the water source of a power plant in Denizli is also integrated with GIS-based mC2, which is also integrated with flow observation stations. With the decision support system, knowing how many MW the power plant will produce in how many hours, it also allows optimization in the power plant operation.

This study shows how a geothermal power plant is planned with GIS and BIM and the applications specific to the hybrid solar power plant integrated into it will reveal more economical, more efficient, more environmentally friendly, and sustainable results with interdisciplinary studies, both in the renewable energy field and in conventional energy sourced power plants. shows.

In this sense, being a first in its field, it offers a road map for similar studies to be done later.

Keywords: Geographic Information Systems, Building Information Modeling, Renewable Energy, Solar Energy, Geothermal Energy, Wind Energy, Hydro Poer Plant, Hybrid Power Plant.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLOLAR	ix
ŞEKİLLER	ix
EKLER	ix
KISALTMALAR	x
BÖLÜM I: GİRİŞ	1
1.1. Araştırmadan Hedeflenenler	4
1.2. Araştırmanın Önemi	5
1.3. Dünyada Bu Konuda Yapılmış Çalışmalardan Örnekler	6
BÖLÜM II: DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE’DEKİ BAŞLICA ENERJİ SİSTEMLERİ	8
2.1. DÜNYADAKİ BAŞLICA ENERJİ SİSTEMLERİ	8
2.1.1. Dünyada Değişen Enerji Görünümü, Enerji İhtiyacının Artması ve Diğer Etkenler	9
2.1.1.1. Enerji Dönüşümü Kavramı ve Dünyanın Enerjiye Duyduğu İhtiyacın Artması	9
2.1.1.2. Enerji Dönüşümünü Teşvik Eden Etkenler	10
2.1.1.3. Ülke ve Bölgesel Yapılanmalarda Değişen Politikalar	11
2.1.1.4. Küresel İklim Krizi ve Çevre Konusundaki Endişeler	12
2.1.2. Kömür	13
2.1.3. Petrol	14
2.1.4. Doğal Gaz	14
2.1.5. Nükleer Enerji	15
2.1.6 Yenilenebilir Enerji ve Gelişimi	15
2.1.6.1. Rüzgâr Enerjisi ve Güneş Enerjisi	16
2.1.6.2. Hidroelektrik Enerji	17
2.1.6.3. Jeotermal Enerji	17
2.1.6.4. Biyokütle Enerji	18
2.2. TÜRKİYE’DE BAŞLICA ENERJİ SİSTEMLERİ	19
2.2.1. Türkiye’de Değişen Enerji Görünümü, Enerji İhtiyacının Artması ve Diğer Etkenler	19
2.2.2. Kömür	20

2.2.3. Petrol	21
2.2.4. Doğal Gaz.....	21
2.2.5. Nükleer Enerji	21
2.2.6. Yenilenebilir Enerji ve Gelişimi	21
2.2.6.1. Rüzgâr Enerjisi	22
2.2.6.2. Güneş Enerjisi	23
2.2.6.3. Hidroelektrik Enerjisi	23
2.2.6.4. Jeotermal Enerjisi	24
2.2.6.5. Biyokütle Enerjisi	24
2.2.6.6. Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Değişen Paradigmalar	25
BÖLÜM III- COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS), YAPI BİLGİ MODELLEMESİ VE UYGULAMALAR.....	30
3.1. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ (CBS)	30
3.1.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Kısaca Tanıtımı	30
3.1.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanım Alanları	32
3.1.3. Coğrafi Bilgi Sisteminin Enerjide Uygulama Alanları	35
3.2. YAPI BİLGİ MODELLEMESİ.....	37
3.2.1. Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Kavramı	38
3.2.2. YBM Yönetimi, Avantajları ve Dezavantajları, Süreçleri ve Kullanım Alanları.....	39
3.2.3. Türkiye’de ve Dünyadaki YBM Uygulama Örnekleri.....	43
3.3. CBS İLE YBM ENTEGRASYONUNDA UYGULAMA ÖRNEKLERİ	46
3.3.1. CBS, YBM ve Çok Ölçütlü Karar Analizi ve Konya’daki Uygulamalar	46
3.3.2. CBS, YBM ve Güneş Enerjisi Uygulamaları.....	50
BÖLÜM IV: TEZ KAPSAMINDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR VE GELİŞTİRİLEN ÜRÜNLER	55
4.1. Araştırma ve Uygulamanın Amacı ve Kapsamı	55
4.2. mC2 Enerji Santralleri Üzerine Araştırmalar	56
4.3. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulama Altyapısı Tasarımı	57
4.4. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi ve CBS Altyapısı Tasarımı.....	58
Maps JavaScript API:	58
4.5. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Veritabanı Tasarımı.....	59
4.6. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması Geliştirilmesi.....	59

4.6.1. Kullanıcı Giriş ve Üretim Raporları Geliştirilmesi	60
4.6.2. Operasyon Modülü Geliştirilmesi	60
4.6.2.1. Araç Takip	60
4.6.2.2. Vardiya Çalışma Defteri	61
4.6.2.3. Bakım Kontrol	61
4.6.2.4. Üretim Giriş / Revize	62
4.6.2.5. Satın Alma ve Finans	63
4.6.2.6. İnsan Kaynakları ve Duyurular	63
4.6.2.7. EKYS Dokümanları, Dijital Arşiv ve Sistem Yönetimi	63
4.7. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Robot Uygulaması Geliştirilmesi ...	64
4.8. mC ² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Android Uygulaması	65
4.9. Jeotermal Santral Kurulumu Tasarımı ve Uygulanması	65
SONUÇ VE ÖNERİLER	70
KAYNAKÇA	82
EKLER	109
EK- A. Örnek Servis Çağırma Kodu	109
EK- B: Örnek Servis Yanıt Kodu	110
EK- C. Servis Kod Listesi	111
EK- D. Framework7 UI Kit Üzerinde Geliştirilen Uygulamanın PHP5.X'te Kodlanması	112
EK- E. Komponentler	114
EK- F. mC2'nin Android Playstore Üzerinden Uygulama Olarak İndirilebilirliği	115
EK- G. Uygulamanın Kod Listesi	116
EK- H. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Veritabanı Tasarımı	117
EK- İ. mC ² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması Kılavuzu	127
EK- J. Selenium Kütüphanesi	144
EK- K. Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Android Uygulaması	147

TABLolar

Tablo 3. 1: CBS'nin Kullanım Alanları	33
Tablo 3. 2: Yapı Bilgi Modellemesinin Faydalarının Farklı Araştırmacılar Tarafından İncelenmesinin Karşılaştırmalı Bir Listesi	42
Tablo 3. 3: YBM Açısından İncelenen 10 Projenin Envanteri.....	44

ŞEKİLLER

Şekil 3. 1: Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Genel Yapısı	33
Şekil 3. 2: YBM Modellerinin Disiplinlere Göre Ayrışması	37
Şekil 3. 3: YBM Kavramının İçinde Bulunan Kavramlar	38
Şekil 3. 4: Yapı Yaşam Döngü Boyunca YBM Kullanımı.....	41
Şekil 3. 5: Güneş Enerji Potansiyeli Planı.....	48
Şekil 3. 6: Enerji Nakil Hattı Planı.....	49
Şekil 3. 7: Trafo Merkezleri Planı	49
Şekil 3. 8: Kullanılamaz Alanlar Planı	50
Şekil 3. 9: Proje Sahasının Koordinatlarının Belirlenmesi.....	53
Şekil 3. 10: Yeraltı Elektrik İletim Vaziyet Planı.....	53

EKLER

EK- A. Örnek Servis Çağırma Kodu	109
EK- B: Örnek Servis Yanıt Kodu	110
EK- C. Servis Kod Listesi	111
EK- D. Framework7 UI Kit Üzerinde Geliştirilen Uygulamanın PHP5.X'te Kodlanması	112
EK- E. Komponentler	114
EK- F. mC2'nin Android Playstore Üzerinden Uygulama Olarak İndirilebilirliği.....	115
EK- G. Uygulamanın Kod Listesi	116
EK- H. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Veritabanı Tasarımı	117
EK- İ. mC ² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması Kılavuzu	127
EK- J. Selenium Kütüphanesi.....	144
EK- K. Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Android Uygulaması	147

KISALTMALAR

GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
IRENA	Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
IEA	International Enerji Ajansı
RES	Rüzgâr Enerjisi Santrali
GES	Güneş Enerji Santrali
JES	Jeotermal Enerji Santrali
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
YBM	Yapı Bilgi Modellemesi
YEK	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
Gt-	Gigaton
Mtep	Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
PV	Fotovoltaik
GW	Gigawatt
LNG	Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
LPG	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EJ	EksaJoule
TWh	Terawattsaat
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması
NGS	Nükleer Güç Santrali
EPIAŞ	Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi
TMMOB	Türkiye Makine Mühendisleri Odası
EMO	Elektrik Mühendisleri Odası
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

BÖLÜM I: GİRİŞ

Sanayi Devrimi öncesine kıyasla dünya nüfusunun altı katına çıkması ve buna paralel olarak sadece bireysel değil, toplumsal hatta devlet düzeyinde enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün artırmaktadır. Enerjinin temel bir ihtiyaç olmasının en önemli nedenlerinden biri, gelişen teknoloji nedeniyle onun bir silah, rekabet, avantaj ya da kısacası büyük bir üstünlük vasfı olarak görülmesidir. Enerjinin üstünlük vasfı olmasında temel konu ise, enerjinin hem ekonomi hem de sosyal hayatın vazgeçilmez parçası olmasıdır. Enerjinin kullanım alanı her geçen gün genişlemekte ve özellikle girişimciliğin artması, teknolojik yenilikler enerjinin yoğun kullanımını ya da eşit dağılımını gerek bireysel gerek ulusal gerekse uluslararası boyutta sürekli artırmaktadır. Enerjinin yoğun kullanımı ulusal/uluslararası politikalarla alınan önlemlere rağmen engellenememektedir. Bu durum ülkelerin çok farklı önlemler almasına, stratejiler yapmasına ve politika değişikliklerine gitmesine neden olmuştur.

Enerji sadece devletlerin politikaları doğrultusunda gelişime has bir konu olmak dışında, yapılarda, ticarete, endüstride, ulaşımda, turizmde çok yoğun kullanımı özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerin büyüme, cari işlemler dengesi, kişi başına düşen GSYİH (Gayrisafi Yurtiçi Hasıla), toplam enerji üretimi gibi makroekonomik bir yelpazede tasarruf açısından alternatif enerji kaynaklarını gündeme getirmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, günümüzde gelişen teknoloji ile kolay bir şekilde kontrol edilebilen, yönetilebilen ve olası hatalarda müdahale edilebilen ve artan entegrasyon uygulamaları ile ağ kurularak bölgesel üretim yapılabilen kaynaklar haline getirilmektedir. Yenilenebilir enerjinin en büyük özelliği, doğada sınırsız ve sürekli bulunması ve kullanılmasına rağmen bitmemesidir. Günümüzün enerji kaynakları olan kömür, doğal gaz, petrol gibi fosil kaynaklar ve nükleer kaynakların elde edilmesi günümüz teknolojisi ile kolay olsa da üretim, istihdam ve dağıtım ve benzeri konularda devlete ya da şirketlere oldukça maliyet yükü getirmektedir (Straatman & Van Sark, 2008; Goedecke, Therdthianwong, & Gheewala, 2007).

Fosil kaynaklar ve nükleer temelli enerji üretimi, var olan ve giderek tüketimi hızlanan ve hızlandıkça tükenen bu kaynakların çevreye verdikleri zararın artmasına ve çevresel nedenlerle giderek artan salgın veya hastalıkların çoğalmasına ve yayılmasına neden olmaktadır. Tüm bu nedenler, enerji üretimini bu kaynaklardan daha farklı, çevreci ve verimli bir enerji üretimine yönelmeye sevk etmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının santraller ile bölge alt yapılarına entegre edilmesi, fosil enerji kaynaklarına bağımlılığı

azaltırken, güç kalitesi yüzünden ortaya çıkan problemlerin çözümüne de yardımcı olmakta, enerji verimini artırmakta ve sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır. Ancak, yenilenebilir enerji kaynaklarının santral şebekeleri ile bölgesel altyapıya entegre edilmesi oldukça zordur. Kesintili ve doğrusal olmayan rasgele üretimleri nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynakları genellikle depolama birimleri gerektirir (Kallel, Boukettaya, & Krichen, 2014).

Rüzgâr, güneş, dalga ve gelgit enerjisi gibi kararsız ve süreksiz yenilenebilir enerji (YEK) kaynaklarının entegrasyonundaki zorluk, büyük ölçüde enerji kaynağının katkısına bağlıdır (Lund, Andersen, Østergaard, Mathiesen, & Connolly, 2012). YEK'in uygulanması üç adımda yapılabilir (Lund, 2010):

Başlangıç aşaması: Bu aşama, mevcut enerji sisteminde yenilenebilir enerjinin çok az olduğunu veya hiç olmadığını gösterir. Burada, yenilenebilir enerji girdileri özel tavsiyelerle karakterize edilmektedir. Örneğin, rüzgâr türbinleri sınırlı enerji ile sisteme sokulur. Sistem iki yıl boyunca her saat aynı tepkiyi verir ve yıllık yakıt tasarrufunu belirlemek teknik olarak kolaydır. Ayrıca, giriş gücü şebeke çalışması için bir sorun değildir.

Büyük ölçekli entegrasyon aşaması: Bu aşama, sistemde önemli miktarda yenilenebilir enerji mevcut olduğunda gerçekleşir. Bu aşamada, yenilenebilir enerji penetrasyonundaki aşırı artışın sistem üzerinde bir etkisi olacaktır ve bu etki saatten saate değişebilmektedir. Sisteme rüzgâr ve güneş enerjisi kaynaklarının eklenmesi karmaşık hale gelir ve şebeke stabilitesini dikkate almalıdır. Ayrıca girdi enerjisinin arz-talep dengesi çerçevesinde sisteme verilmesi gerekmektedir.

Yüzde yüz yenilenebilir enerji aşaması: Bu, tüm yenilenebilir enerjinin enerji sistemine konulduğu veya dönüştürüldüğü aşamadır. Bu sistemde yenilenebilir enerji sistemleri benzer sistemlerle karşılaştırılarak karakterize edilmektedir. Depolama, dönüştürme, verimlilik artırma ve saklama teknolojileri bu aşamada tanımlanmaktadır. Bu aşamada sadece saatlik gelişmeler değil, dönüştürme ve depolama teknolojisi ile farklı kombinasyonların tanımları da verilmektedir. Ayrıca şebeke işletimindeki zorluklar da frekans ve gerilim kararlılığının sağlanması açısından önemlidir. YEK birimleri, güç kalitesini ve güvenilirliği artırırken daha düşük kalite ve daha yüksek güç tüketimi sunmaktadır. Ayrıca tüketiciyi güç sisteminin aktif bir üyesi haline getirerek sera gazı emisyonlarını azaltmakta, talep anlarında pik seviyeleri düşürür ve enerji verimliliğini artırarak para tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca, yük sonrası ve voltaj ayarı, marjinal üretim maliyetlerine bağlı olarak işletme maliyetlerini azaltmaktadır (Clastres, 2011).

Yenilenebilir enerjiyi yenilenemez enerjiden ayıran en önemli özellik, yenilenebilir enerjinin bir gün gibi kısa bir sürede kendini yenilemesi, yenilenemeyen enerjinin ise kendini yenilemesinin birkaç yıl sürmesidir. Yenilenebilir enerji kaynakları, doğaya ve çevreye verdiği zarar açısından yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre çok azdır.

Ülkelerin gelişmişlik düzeyini belirleyen kriterlerden biri olan enerji tüketimi sürekli artmaktadır ve gelecekte de artmaya devam edecektir. Bugün geldiğimiz medeniyet seviyesini korumak ve konforlu bir yaşam sürmek için doğrudan ve dolaylı olarak enerji tüketmemiz gerekmektedir. Günümüzde tüketmemiz gereken enerjinin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan, geri kalanı ise nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Fosil yakıt kullanımının dünya çapında çevreye ve insan sağlığına verdiği zarar, önlem alınmadığı takdirde gelecek nesillerin bu zarar için ödeyeceği bedelin tahmin edilemeyeceğini göstermektedir. Fosil kaynakların enerji üretimi için kullanılmasının sürdürülebilirliğini yitirdiği gerçeğini kabul etmek gerekir. Bu durumda sanayi devrimi ve çevreye verdiği zararlarla birlikte kullanımı artan bu tür kaynaklar yerine çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerektiğine inanılmaktadır. Gelişim ve sanayileşme süreci hep göz ardı edilmektedir.

Hava, su ve toprak kirliliğinden bitki ve hayvanların yok olmasına kadar uzanan çevre sorunları, bu sorunlardan etkilenenlerde gelecekte endişe yaratmış ve bu ilgiyle birlikte çevre korumaya yönelik hassasiyetler artmaya başlamıştır. Artan çevresel sorunlar, sürdürülebilirlikle ilgili konuların, büyüme ve eşitlikle ilgili geleneksel kaygıların yanı sıra kalkınma tartışmalarına girmesini teşvik etmiştir. Çevre sorunlarının anlaşılması ve kaynakların çok da uzak olmayan bir gelecekte tükeneyeceği gerçeği, sürdürülebilir kalkınma ihtiyacının daha geniş bir şekilde anlaşılmasına yol açmıştır.

Enerji üretimi ve tüketiminin sürdürülebilir kalkınma kavramı çerçevesinde gerçekleştirilmesi günümüzün en önemli hedeflerinden biridir. Bu bağlamda, insanlık sürdürülebilir kalkınma ve daha iyi yaşam koşulları arayışını sürdürürken, yenilenebilir enerji üretimi küresel bir öncelik haline gelecektir. Enerji, sürdürülebilir kalkınmanın üç ana bileşeni olan sosyal istikrar, ekonomik büyüme ve çevre koruma hedeflerine ulaşmak için önemli bir başlangıç noktasıdır. Bu nedenle enerji, sürdürülebilir kalkınma araştırmaları çerçevesinde önemli konulardan biri olmuş ve olmaya devam etmekte olup, insanlığın ihtiyacı olan enerji tüketiminin ekonomiye ve çevreye zarar vermeden sağlanması hedefi konulmuştur. Sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir bir çevre ve ekonomi ile sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir parçası olarak tanımlanmaktadır.

Bu bağlamda sürdürülebilir enerji kavramı; tüm birincil enerji kaynaklarından yüksek verimli ve temiz teknoloji ile enerji üretiminin gerçekleştirilmesi, fosil yakıtların çevre dostu yeni teknolojilerle kullanılması, mümkün olduğunca fosil kaynakların yenilenebilir enerji kaynakları ile değiştirilmesi, enerjinin tek çevrimde atık olarak kullanılması gibi konuları içermektedir. Bir girdi diğerinin içindedir ve buna bütünleşik bir kavram olarak tanımlanan ekonomik büyüme eşlik etmektedir.

Başka bir deyişle, sürdürülebilir enerji yaklaşımı, ihtiyacımız olan enerjiyi en az parayla, en az çevresel ve sosyal maliyetle sürekli olarak sağlamaya yardımcı olan politikaları, teknolojileri ve uygulamaları içermektedir. Çalışmaya göre, enerji tüketiminin 2030 yılına kadar küresel olarak %60, Türkiye’de %100 artacağı tahmin edilmektedir. Nüfus artışı ve artan sanayileşme bu artışın başlıca nedenleri olarak sayılabilir (Satman, 2015). Bu bağlamda enerji, ekonominin itici güçlerinden biridir. Ucuz, kaliteli, güvenilir ve yeterli kaynağa sahip olmak oldukça önemlidir (Erdal & Karakaya, E., 2012).

1.1. Araştırmadan Hedeflenenler

Küreselleşme, yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren teknolojik gelişmelerin tetiklenmesine ve gerek ülke gerekse işletmeler açısından büyük bir rekabetin ortaya çıkmasına neden olmuş; enerji ve doğal kaynakların kullanımı konusunda toplumlarda hassasiyet gelişmeye başlamıştır. Devletlerin önceleri çok fazla önem vermedikleri, politikaları ve bütçeleri arasında pek fazla yer verilmeyen enerji konuları, nüfus artışı, tüketim artışı ve doğal kaynakların azalması nedeniyle önemini daha da artırmaktadır.

Bu doktora çalışmasında hedeflenenler aşağıdaki şekilde sıralanmış, bunlarla sınırlı olmamak üzere, bu çalışmada bu hedefler geniş ölçüde incelenmiştir:

- Enerji kavramının değişmesi, yeni enerji kaynaklarının neler olduğu
- Enerjinin yaşama yansımaları, yeni enerji kaynaklarının gelişimleri
- Enerji kaynaklarının azalması önlenebilir mi? Yoksa yenilenebilir enerjiler kullanımının artması ile doğal enerji kaynakları önemini kaybeder mi?
- Yenilenebilir enerji doğal enerji kaynaklarının yerini tutar mı?
- Yenilenebilir enerji kaynakları tekrar yenilenebilir enerji kaynaklarını ortaya çıkarabilir mi?
- Enerji verimliliği, gelişen teknoloji ve uygulamalarla birlikte artırılabilir mi?

- Coğrafi Bilgi Sistemi ve Yapı Bilgi Modellemesi kavramları ve enerji ile ilişkileri
- Coğrafi Bilgi Sistemi ve Yapı Bilgi Modellemesi, enerji dönüşümünde ve santral verimliliğinde nasıl bir rol oynamaktadır?

1.2. Araştırmanın Önemi

Küreselleşme geniş bir dolaşım hızı sağlamakla birlikte, tüketimin de artması ile teknolojinin aşırı bir hızla gelişmesine neden olmuştur. Teknolojik gelişmelerin artması, özellikle enerji kaynaklarının dağıtımı, dağılımı ve entegrasyonuna çok büyük katkı sağlarken, özellikle doğal kaynak rezervleri büyük olan ve refah düzeyi gelişmiş ülkeler açısından tüketimin yayılmasını ve ekonomik ve doğal kaynakları yetersiz olan ülkeler açısından ciddi bir bunalım arz etmektedir. Doğal kaynak bakımından yetersiz bu ülkeler, enerji açısından zengin ülkelerin koyduğu kota ya da yüksek fiyatlar yüzünden gerek iç gerek bölgesel olarak savaşlara maruz kalmaktadır. Enerji kaynaklarına sahip olan ülkeler doğal olarak enerji ticaretinde diğer ülkelerden çok üstün olup bunu kendi menfaatleri doğrultusunda kullanarak dünyada ciddi bir enerji terörizmine neden olmaktadır. 1930 yılındaki Büyük Buhrandan sonra 1970’li yıllardan itibaren Petrol Krizi ve ardından gelen ekonomik ve finansal krizler, enerji kaynakları ile bağlantılı politikaların gelişmesine yol açmıştır.

Sürekli artan teknolojik ve bilimsel gelişmeler, enerji kaynaklarına hâkim ülkelerin tüketimlerinin azalmasına ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Teknolojinin gelişimi yenilenebilir enerji kaynaklarının özellikle son 30 yıl içinde çok daha ucuz ve çok daha verimli enerji üretmesine olanak sağlamıştır. Bu nedenle doğal kaynakların tükenmesi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan çevre sorunları sonrasında ülkeler, gelecek nesiller için sürdürülebilir üretim ve sürdürülebilir üretim sağlamak amacıyla temiz enerji araştırmalarına girişerek yenilenebilir enerjiye yönelik çabalarını artırmışlardır.

Ülkeler tarafından yenilenebilir enerji kullanımının artması durumunda birçok ekonomik katkıdan söz edilebilir. Birincisi dış açığı azaltmaktır. Yurt dışından temin edilen enerji yerine yerli kaynakların tercih edilmesi ülkelerin makroekonomik değerlerini olumlu yönde etkilemektedir. Aynı şekilde artan talebin ithal enerji ile karşılanması da ulusların dışa bağımlılığını artırmaktadır. Bu nedenle ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yaptıkları takdirde bu sorunun daha da kötüye gitmesinin önüne geçebileceklerdir. Diğer bir ekonomik fayda ise bu kaynaklar için gerekli tesis ve işletmelerin istihdam etkisidir. Yerel ekonomi için iş sağlarlar ve sosyoekonomik kalkınmayı desteklemektedirler.

Kaynakların verimli kullanımı anlamında, enerji-teknoloji ilişkisi önem kazanmakta, bu çalışmanın da konusu olan coğrafi bilgi sistemleri ve yapı bilgi modellemesi gibi uygulamalar hem santrallerin verimli optimizasyonunu hem de modellemelerle tasarrufun ön plana çıktığı uygulamaları hizmete sunmaktadır.

Dağıtık üretim, hibrit santraller, depolama teknolojileri ve nesnelerin interneti gibi uygulamalar, enerji uzmanlarınca artık yeni bir enerji türü olarak değerlendirilen enerji verimliliği konusunda bir ufuk açmaktadır.

1.3. Dünyada Bu Konuda Yapılmış Çalışmalardan Örnekler

Yenilenebilir enerji, dünyaya hâkim olan birçok sorunun çözümü olması ve ülkelerin politikalarında yer bulması nedeniyle önemli bir konu haline gelmiştir. Makroekonomik değerlere katkısı, olumlu çevresel etkisi, istihdam yaratması ve dışa bağımlılığı azaltması nedeniyle yenilenebilir enerji üretimi desteklenmelidir.

Fotovoltaik (PV) santraller için saha seçim sürecinin değerlendirilmesi, sınırlı alanlarda güneş enerjisi santrali kurulumu için mevcut alanların güvence altına alınması için esastır. Karayolu ağlarının çevreleri, ekonomik fizibilite açısından PV santralleri kurmak için uygun olsa da coğrafi veya hava durumu modelleri dahil olmak üzere çeşitli faktörlerin etkileri analiz edilmektedir. Bu bağlamda, Güney Kore’de Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Yapı Bilgi Modeli (YBM) tekniklerini entegre ederek bir otoyol civarında PV panel kurulumu için yer seçimi konusunda bir vaka çalışması yürütülmüştür. Konum, aylık güneş enerjisi çıkışı ve eğim verileri kullanılarak, jeouzamsal analiz ile uygun bölgeler belirlenmiş; daha sonra üretilebilecek güç miktarı bölgelere göre değerlendirilmiştir. Önerilen bölgeler için, yüzey koşulları ve potansiyel PV sistemleri bir YBM ortamında dönüştürülüp görselleştirilmiştir. Sonuçlarda, vaka alanından seçilen optimal bölgelerdeki güç çıkışı toplam 8.227 MWh olarak hesaplanmış ve üç boyutlu ortamlarda güneş paneli uygulaması yapılmıştır (Heo ve Ark. 2021).

Amerika Birleşik Devletleri’nde Ohio Eyalet Üniversitesi kampüsündeki yüzlerce tesise yaşam döngüsü desteği ve yönetimi sağlamak üzere dijital bir ikiz geliştirmek için CBS-YBM çözümleri entegre edilmiştir. Bu şekilde CBS ile veri toplama, yönetim, analiz, planlama, tasarım ve inşaat için bir varlık yönetim sistemi olarak kullanılmıştır. Bina kullanımı, durumu ve olanakları gibi çeşitli filtrelemlere göre kampüs binalarının dinamik olarak filtrelenmesini ve sembolize edilmesini sağlanmıştır. İnşa ve dokümantasyonda kullanılan çoklu iki boyutlu çizimler bir araya getirilerek bir binanın doğru bir üç boyutlu modeli dijital

olarak oluşturulmuştur. CBS yazılımıyla, üç boyutlu modellerin olabildiğince güncel olmasını ve her binanın mevcut durumunu yansıtmayı sağlayan varlık yönetim sistemi oluşturulmuştur.

Bir başka örnekte, yetersiz enerji kaynaklarına ve yüksek nüfus yoğunluğuna sahip Japonya'da, çevre dostu kentsel planlamayı geliştirmek, için CBS-YBM entegrasyonu kullanılmıştır. Ulaşım ve şehir altyapısı gibi çeşitli unsurlar arasındaki ilişki özellikle Japonya'nın en büyük şehirlerinde giderek daha içinden çıkılmaz hale gelmektedir. Tokyo'da araştırmacılar, pragmatik yenileme politikaları geliştirerek bunların Tokyo'nun farklı bölgelerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu süreçte, verileri verimli ve bütünsel, kullanıcı dostu bir şekilde birleştirmek için CBS-YBM entegrasyonunun önemi ortaya çıkmaktadır. YBM, enerji danışmanları ve şehir plancılarının binalar içinde veya arasında her önlemin etkisini tahmin etmek için simülasyon yazılımı ile birleştirilebilen bina ile ilgili verileri hazırlaması için esastır. Bu enerji simülasyonu için kentsel altyapı verileri, yerel CBS veri tabanlarından gelmektedir. Sonuç, şehir veya topluluk düzeyinde etkisini kontrol etmek için CBS platformundaki üç boyutlu şehir modeline döndürülmektedir. Bu şekilde, enerji yönetimi operatörlerinin veya yerel yönetim personelinin şehrin, ilçenin veya binanın enerji tüketimini görselleştirmesi sağlanmaktadır. Şehir yenileme için bir hedef alanın konumunu girdikten sonra, plancı sadece şehir planı bilgilerini ve topluluk özelliklerini değil, aynı zamanda en etkili olması muhtemel olan ve daha fazla simülasyon ve analiz gerektiren enerji teknolojisi paketini de elde etmektedir.

Örnekleri verilen çalışmalarda kullanılan CBS ve BIM entegrasyonunda, CBS haritalama özelliklerine ve coğrafi veri tabanlarına sahipken, YBM, nesne tabanlı bir bilgi modeli olarak varlıkları oluşturmak için özel olarak kullanılmaktadır. Bu iki teknoloji arasındaki bağlantı, karmaşık ve büyük ölçekli projelerde güvenilirlik kazanılmasını sağlamaktadır. Çevre projeleri genel olarak CBS sistemleri kullanılarak yapılırken, mimari ve inşaat mühendisliği projelerinde genellikle YBM teknolojilerinden yararlanılmaktadır.

Bu çalışmanın da konusu olduğu üzere, dünyada CBS ve YBM entegrasyonu kullanılarak yapılan çalışmalarda, CBS ve YBM mimarların ve mühendislerin daha akıllı, daha verimli binalar ve altyapı tasarlamasını sağlamakta; sahadan veri toplanmasını ve analiz edilerek kilit paydaşlarla iletişimin geliştirilmesine yardımcı olmakta; proje teslimini hızlandırmakta, tamamlanan varlıkların operasyonlarını ve bakımını iyileştirmek için daha bilinçli kararlar alınmasını sağlamakta; kritik tasarım kararlarıyla ilgili maliyetli hataları ve gecikmeleri en aza indirmeye yardımcı olmaktadır.

BÖLÜM II: DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ BAŞLICA ENERJİ SİSTEMLERİ

2.1. DÜNYADAKİ BAŞLICA ENERJİ SİSTEMLERİ

Dünyadaki enerji gelişimi, temiz ve düşük karbonlu enerjinin kaçınılmaz olarak gerekli olduğu yeni bir tarihsel döneme girmektedir. Odundan kömüre dönüşümle başlayan süreç, ardından petrol ve gazla dönüşümle devam etmiş, gelecekte de petrol ve gazdan yeni enerjiye üçüncü büyük dönüşüm görülecektir.

Kömür madenciliğindeki teknolojik gelişmelerle, enerji yoğunluğu daha yüksek olan kömür yaygın bir şekilde kullanılmıştır. James Watt 1769'da buhar makinesini icat ettikten sonra, Fransızlar 1875'te dünyanın ilk kömürle çalışan elektrik santralini inşa ettiler. Uygarlığın ilerlemesi, kömür endüstrisinin gelişimini hızlandırmış ve kömür, 1780'lerde birincil enerji karışımında ilk kez odunu geçerek en büyük payı oluşturmuştur. Bu, odundan kömüre ilk dönüşümdür.

Jeolojik teorideki ilerleme ve sondaj, tamamlama ve rafinaj teknolojileri, petrol ve gaz üretiminin önemli ölçüde artmasına neden olmuştur. Buna göre, petrol ve gazın birincil enerji karışımındaki payı 1965'te hızla %50'nin üzerine çıkmıştır. Bu enerji kaynakları, dünyadaki en büyük enerji olarak kömürün yerini alarak, kömürden petrole ve gaza ikinci dönüşümü kaydetmiştir (Caineng, 2016).

Enerji için ekonomik ve sosyal talebin sürekli artması ve düşük karbon toplumunun ortaya çıkmasıyla birlikte, geleneksel fosil yakıttan fosil olmayan yeni enerjiye üçüncü büyük dönüşüm kaçınılmaz hale gelecektir.

Bilim ve teknolojiye ileriye adımlarla birlikte, petrol ve doğal gaz, geleneksel enerji ve geleneksel olmayan enerji ile fosil enerji ve fosil olmayan enerji arasında yeni bir koordineli gelişme modeli ortaya çıkmaktadır.

Fosil yakıtlar dünyada hala bol miktarda olmasına rağmen, bazı temel teknolojilerde yapılan büyük atılımlar ve ekoloji-çevre korumasına yönelik artan talep yüksek karbondan düşük karbona bir dönüşümü mecbur kılmaktadır. Yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesi ve kullanılması altın çağına girerken yeni enerji teknolojisinin güçlü gelişimiyle, yeni enerji devrimi beklenenden daha erken gelebilecektir. Buna ek olarak, teknolojik yeniliklerin hızından, siyasi yapısından, ekonomik büyüme hızından ve petrol ve gaz fiyatlarındaki dalgalanmalardan etkilenen enerji devrimi süreci birçok belirsizliğe yatkın olduğundan, petrol, gaz ve kömürün üretim zirveleri ile ilgili tahminler değişebilmektedir.

2.1.1. Dünyada Değişen Enerji Görünümü, Enerji İhtiyacının Artması ve Diğer Etkenler

Birleşmiş Milletler eşitsizliği ve kıtlığı ortadan kaldırmak, gıda güvenliğini sağlamak, üretim ve tüketimi korumak gibi sürdürülebilir kalkınma hedeflerine sahiptir. Bu hedeflerden ikisi doğrudan modern enerji sistemleriyle ilgilidir: iklim değişikliğiyle mücadele için acil durum planlarının uygulanması ve modern, sürdürülebilir ve herkesin erişebileceği güvenilir enerji sistemlerinin tasarlanması ve kurulması (UN, 2019).

İklim değişikliği ile mücadelenin ve CO2 emisyonlarını azaltmanın önemi ilk olarak 1990'lı yıllarda vurgulanmış, bu anlamda birçok ülke küresel ısınmayı azaltmak ve kaçınılmaz sıcaklık artışıyla mücadele etmek için neler yapılabileceğini tanımlayan uluslararası bir anlaşmaya girmiştir. Bu süreç, 9 Mayıs 1992'de Rio Dünya Zirvesi'nden sonra gerçekleşen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu anlaşma, 11 Mayıs 1992'de Kyoto Protokolü ile güncellenmiş ve genişletilmiştir. Anlaşmaya katılan ülkelerin bir parçası olarak bir iklim değişikliği politikası beklenmektedir (Jonghe ve Diğ., 2009).

12 Aralık 2015 tarihinde 195 ülkenin katılımıyla varılan Çevresel Sorunların Geleceğine İlişkin Paris Anlaşması'nın temel amacı, küresel ısınma düzeyini düzenleyerek iklim değişikliğinin etkisini azaltmaktır. Bu anlaşmanın gerekliliklerini yerine getirmek için Avrupa Birliği ve gelişmiş ekonomiler, gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerine küresel ısınma düzeyine uyum sağlamaları için gereken fonları sağlamalarında yardımcı olmaktadır (Bakırcı, Bezen, & Soydan, 2016).

2.1.1.1. Enerji Dönüşümü Kavramı ve Dünyanın Enerjiye Duyduğu İhtiyacın Artması

Almanya'da başlangıçta yaygın olarak "Energiewende" olarak bilinen enerji dönüşümü, ülkenin düşük karbonlu, nükleer içermeyen bir ekonomiye planlı geçişini temsil ederken, zamanla nükleer enerjiyi aşamalı olarak ortadan kaldırmak ve enerji sektöründeki yenilenebilir enerjileri artırmaktan daha fazlasına evrilmiştir (www.cleanenergywire.org, 2021). Enerji dönüşümü kavramı, birincil enerji arzının yapısındaki değişikliği, belirli bir enerji tedarik modelinden yeni bir enerji sistemi durumuna kademeli geçişi tanımlamak için kullanılmaktadır (Slim, 2016).

Enerji dönüşümü, küresel enerji sektörünün yirminci yüzyılın ikinci yarısında fosil temelli olmaktan sıfır karbona dönüşmesine giden yoldur. Enerjiyle ilgili CO2 emisyonlarını azaltmanın ve iklim değişikliğini sınırlama hedefine ulaşmanın önemi, bu dönüşümün

merkezinde yer almaktadır. Enerji sektörünün karbondan arındırılması, küresel ölçekte acil eylem gerektirirken ve küresel bir enerji geçişi sürerken, karbon emisyonlarını azaltmak ve iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmek için daha fazla eyleme ihtiyaç vardır. Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğine dönük önlemler, karbon emisyonlarında %90 oranında gerekli azalmaları sağlama potansiyeline sahiptir.

Doğal gaz, petrol ve kömür gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarından yenilenebilir enerjiye geçiş, teknolojik gelişmeler ve sürdürülebilirliğe doğru toplumsal bir itici güçle mümkün hale gelmiştir. Enerji arzında, talebinde ve fiyatlarında yapısal, kalıcı değişikliklerle teşvik edilen enerji geçişi, aynı zamanda çeşitli dekarbonizasyon biçimleri yoluyla enerjiyle ilgili sera gazı emisyonlarını azaltmayı da hedeflemektedir.

2.1.1.2. Enerji Dönüşümünü Teşvik Eden Etkenler

Enerji sektörü, dünya çapındaki CO₂ emisyonlarının yaklaşık %90'ına neden olduğundan iklim değişikliğinden en çok sorumlu olan sektördür. Uluslararası Enerji Ajansı'nın temiz enerji dönüşümü göstergeleri, altta yatan etkenlerden yola çıkarak, enerji sektörünün CO₂ emisyonlarına katkısını incelemektedir. Küresel enerjiyle ilgili CO₂ emisyonları ekonomik, teknolojik ve demografik faktörlerin ürünüdür. Mevcut göstergeler, nihai olarak enerji sektörünün CO₂ emisyonlarına katkısını belirleyen enerji arz ve talebinin altında yatan ana itici güçleri ortaya çıkarmaktadır (IEA, 2019).

Çevresel ve politik baskıların yanı sıra, enerji dönüşümünü yönlendiren bir diğer bileşen, yenilenebilir enerjinin açık ekonomik faydalarıdır. Güneş ve rüzgâr enerjisi üretimi, önümüzdeki birkaç yıl içinde diğer herhangi bir elektrik üretim teknolojisinin sağlayacağından daha hızlı büyüyecektir. Önceden yapılan yoğun yatırıma rağmen, güneş ve rüzgâr enerjisinin maliyetleri artık geleneksel yakıt kullanım maliyetinin altında olacaktır.

Her ülke farklı türlerde yenilenebilir enerji desteği sunmaktadır. Ayrıca, her ülke farklı finansman ve yatırım modelleri benimsiyor. Özellikle atıkla ilgili yatırımlarda kamu ve özel sektör arasındaki ortaklıklar ön plana çıkmaktadır. Genel olarak yenilenebilir enerjiye yönelik mali destekler şu şekilde sıralanabilir:

Tarife Garantisi (Feed-in Tariff): Bu gereklilik, yenilenebilir enerjiden sabit bir fiyata üretim yapacak üreticilerin satın alma talebidir. Burada imalat süreci genellikle 10 ila 20 yıl arası sürer. Türkiye'de yenilenebilir enerjinin finansmanında elektrik girdi tarifesi yöntemi kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, farklı kaynaklara göre farklı uygulamalar sunmaktadır.

Prim Uygulaması: Bu yöntem birçok yönden tarife garantisi uygulamasına benzetilmektedir. Burada da bir yenilenebilir enerji üreticisinin ürününü satın alma anlamında bir garanti verilmektedir. Asgari fiyat uygulamasından farklı olarak sabit fiyat yerine üreticiye piyasa fiyatının üzerinde bir ücret eklenir ve ödeme yapılmaktadır. Bu yöntemde göre imalatçı firmalar genellikle 15 yıl süreyle kamunun belirlediği fiyattan alım yapmakla yükümlüdür.

Kota İhale Yöntemi: Bu yöntemde fiyattan çok miktar önemlidir. Burada söz konusu olan kurulu gücün tüm ülkeler için belirli zamanlarda önceden belirlenmiş bir kapasiteye ayarlanmasıdır. Hedeflenen kurulu güce ulaşamaması durumunda indirim öncelikli olacaktır. Bu yaklaşım, yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliğini artırmak ve bu yönde teşvikler sağlamak için kullanılmaktadır.

Bunların yanı sıra açık eksiltme metodu ile belirli bir tavan fiyattan başlayan ve en düşük fiyatı verenin kazandığı yöntem günümüzde ön plana çıkmaktadır.

2.1.1.3. Ülke ve Bölgesel Yapılanmalarda Değişen Politikalar

Yenilenebilir enerjiyi entegre etmek için geliştirilen politikalar, birçok ülke ve bölgede sistemlere göre değişiklik gösterebilmektedir. Değişken yenilenebilir enerji kaynaklarının benzersiz özellikleri, artan yoğunluktaki güç sistemleri için zorluklar yaratmaktadır. Yenilenebilir enerjinin payı değiştikçe, politikaların buna uyum sağlaması gerekmektedir. Ulaşım, ısıtma ve soğutma ve elektrik endüstrileri giderek daha fazla entegre hale geldikçe, politika yapımcıların uygun politikalar oluşturması önemlidir. Yenilenebilir enerji maliyetlerinin düşük olduğu günümüz çağında, yenilenebilir enerjiyi tüketiciler için ucuz elektriğe dönüştürmek için uygun entegre stratejilere ihtiyaç vardır (IRENA, OECD/IEA and REN21, 2018).

Yenilenebilir enerji için devlet desteği çeşitli politika araçlarıyla olabilmektedir. Yenilenebilir enerji vergisi indirimleri, tesis kurulum maliyeti indirimleri, yenilenebilir enerji portföy yönetim standartları ve birçok eyalette pazar payını artırmak için yenilenebilir enerji sertifikasyonu hükümet tarafından benimsenen politikalar (Bowden & Payne, 2010).

Dünyanın genelinde olduğu gibi, Amerika Birleşik Devletleri'nde de enerji ekonomisi açısından büyük bir değişim görülmektedir. Yenilenebilir enerji portföyünün genişletilmesi ve bir enerji kaynağı olarak kömür kullanımının azaltılması da ABD için önemli politikalar. Geleceğin enerji ekonomisi genellikle temiz enerji üzerine kurulu olduğundan, her mega bölgenin sera gazı emisyonlarını azaltması hedeflenmektedir.

Ekonomik ve bölgesel politikaların uygulanmasında özel bir öneme sahip bir sistem oluşturan süper bölgeler, şehirlerin daha geniş versiyonları olarak da tanımlanabilmektedir. Bu anlamda EPA (ABD Çevre Koruma Ajansı) tarafından 2015 yılında yayımlanmış Temiz Enerji Planı'nın nihai kuralı, enerji sektöründe sera gazı seviyelerini %30 düşürmeyi ve yarının temiz enerji endüstrisi ile yeni bir döneme girmeyi hedeflemektedir (Ross, Sperling, & Guhathakurta, 2016).

Avrupa Birliği'ne üye ülkeler genellikle gelişmiş ülkeler olarak kabul edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı Avrupa Birliği ülkeleri arasında farklılık göstermektedir. Ayrıca bu kaynaklarda bir dengesizlik ve yetersiz kullanım söz konusudur. Birçok ülke kaynak bakımından zengin olmasına rağmen henüz gerçek potansiyeline ulaşmış değildir.

Avrupa Birliği'ni yenilenebilir enerji politikalarına yönelten birkaç faktör vardır: artan petrol ve doğal gaz kullanımı nedeniyle enerji ithalatında sorunlar vardır. Ayrıca bu soruyla ilgili bir diğer sorun da ithalatçı ülkelerin uzak coğrafi bölgelerde yer almalarıdır. Bu durum enerji iletimini ve enerji arz güvenliğini tehdit etmektedir. Avrupa Birliği'ni ilgilendiren bir diğer konu da sera gazı emisyonlarıdır. 1992 yılında Rio de Janeiro'da yapılan toplantıyla başlayan ve 197 ülkeyi 1997 Kyoto Protokolü'ne bağlayan iklim değişikliği anlaşması Avrupa Birliği'ni de kapsamaktadır. Bu doğrultuda Avrupa Birliği'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması ve toplam nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payının artırılması gibi stratejileri bulunmaktadır (Menegaki, 2011).

2.1.1.4. Küresel İklim Krizi ve Çevre Konusundaki Endişeler

Önümüzdeki yıllarda, özellikle gelişmekte olan ülkelerde milyarlarca insanın iklim değişikliği nedeniyle su ve gıda kıtlığı ile karşı karşıya kalacağı, sağlık ve yaşam risklerinin artacağı tahmin edilmektedir. Bu durumu engellemeye veya zararını en aza indirmek için senaryolar hazırlanmakta ve uygulamaya dönük olması için bazı eylem planları hazırlanmaktadır. Bu senaryolar, sera gazı emisyonlarının 2000 yılına göre 2030'da %25-90 artabileceği; dünyanın bu yüzyılda 3°C ısınabileceği; tropikal bölgelerde artan açlık riskine, sıtma gibi iklime duyarlı hastalıkların yayılmasını mahsul verimi dahil olmak üzere ciddi etkileri; tüm bitki ve hayvan türlerinin %20-30 azalabileceği; Afrika'da 250 milyona kadar insan daha fazla su stresi riskine maruz kalabileceği; artan sel riskiyle karşı karşıya kalınabileceği; deniz seviyesinin yükselmesiyle bazı küçük ada devletlerinin muhtemelen

tamamen su altında kalması ve geçim kaynakları ile ilgili tüm riskler olmak üzere geniş bir yelpazeyi kapsayarak değerlendirilmektedir (UN, 2007).

İklim değişikliğine karşı etkilerin ve kırılganlıkların değerlendirilmesi ve olası adaptasyon seçeneklerinin değerlendirilmesi konusunda birçok ülke tarafından halihazırda büyük miktarda çalışma yürütülmüştür. Gelişmekte olan ülkeler çok farklı bireysel koşullara sahiptir ve iklim değişikliğinin bir ülke üzerindeki spesifik etkileri, yaşadığı iklime ve coğrafi, sosyal, kültürel, ekonomik ve politik durumlarına bağlıdır. Sonuç olarak, ülkeler çok çeşitli uyum önlemlerine ihtiyaç duymaktadır. Bununla birlikte, ülkeler ve bölgeler arasında geçerli olan kesişen konular vardır. Aynı sektörler farklı derecelerde de olsa iklim değişikliğinden etkilenmektedir. Bu ana sektörleri tarım, su kaynakları, insan sağlığı, karasal ekosistemler, biyolojik çeşitlilik ve kıyı bölgeleri şeklinde sıralamak mümkündür.

2.1.2. Kömür

Kömür, dünya çapında kullanılan tüm enerjinin %27'sini oluşturan ve elektrik üretiminin %38'ini oluşturan küresel yakıt tedarikinin önemli bir bileşeni olmaya devam etmektedir. Demir çelik gibi sektörlerde çok önemli bir rol oynamaktadır. Ancak sera gazı emisyonları ve hava kirliliğiyle ilgili endişeler kömürün geleceğini gölgelemektedir.

Kömürün önümüzdeki yıllarda daha temiz bir enerji kaynağı olarak bir yere sahip olması için, hükümetlerin ve endüstrinin daha az kirlletici ve daha çok verimli teknolojiler geliştirmek ve kullanmak için daha fazla çaba göstermesi gerekmektedir. Bu durumda kömür, enerji ve iklim politikası tartışmalarının merkezinde yer almaktadır.

Gelişmiş ekonomilerdeki bankalar, sigorta şirketleri, fonlar, kamu hizmetleri ve diğer operatörler kömür yatırımlarını terk ediyor görünmekteyken; Batı Avrupa iklim değişikliği ve hava kirliliği ile ilgili eylemlerle, özellikle kömürle çalışan elektrik üretimini sonlandırarak çıkışı hızlandırmakta ve bütün bunlar kömür talebini etkilemektedir.

2019'da dünya kömür rezervleri 1.070 milyar ton iken %23 ile ABD, %15 ile Rusya, %14 ile Avustralya ve %13 ile Çin gibi sadece birkaç ülkede yoğunlaşmıştır. Rezervlerin %70'i antrasit ve bitümlüdür. Mevcut küresel rezerv/üretim oranı, 2019'daki kömür rezervlerine göre, en yüksek oranlara sahip bölgeler olan Kuzey Amerika için 367 yıllık ve Bağımsız Devletler Topluluğu için 338 yıllık olmak üzere toplamda 132 yıl yetecek bir kömür varlığını işaret etmektedir.

2.1.3. Petrol

Hükümetlerin önemli politika ve davranışlarında daha hızlı değişikliklerin olmaması nedeniyle, küresel petrol talebinin önümüzdeki yıllarda artması beklenmektedir. Verimlilik kazanımları ve elektrikli araçlara geçiş geliştirmekte olan dünyada güçlü bir mobilite büyümesini gölgede bırakmaktadır. Plastik kullanımına getirilen sınırlamalar ve geri dönüşüm teşviki çabalarına rağmen, petrokimyasallara ve plastiğe olan talep etkili bir biçimde artmaktadır.

Küresel kanıtlanmış petrol rezervleri 2019'un sonunda 1.734 milyar varil olup, 2018'e göre 2 milyar varil düşüş göstermiştir. Küresel rezerv/üretim oranı, 2019'daki petrol rezervlerinin 50 yıllık mevcut üretimden sorumlu olduğunu göstermektedir. Bölgesel olarak, Güney ve Orta Amerika 144 yıl ile en yüksek rezerv/üretim oranına sahipken, Avrupa 12 yıl ile en düşük orana sahiptir. OPEC, dünya rezervinin %70,1'ine sahiptir. Rezerv bakımından ilk sırada yer alan ülkeler, dünya rezervlerinin %17,5'ine sahip olan Venezuela, onu %17,2 ile yakından takip eden Suudi Arabistan %17,2 ve %9,8 ile Kanada'dır.

2.1.4. Doğal Gaz

Doğal gaz rezervlerine bakıldığında en çok bulunan bölge 75,8 milyar m³ ile Orta Doğu'dur. Buradaki rezervler dünyadaki toplam doğal gaz rezervlerinin %40,3'ünü oluşturmaktadır. İkinci sırada 30,1 milyar m³ ile Bağımsız Devletler yer almaktadır. Dünya toplam doğal gaz rezervleri içindeki payı %30,1'dir. Asya Pasifik 16,6 milyar m³ ile üçüncü sırada yer almaktadır. Dünyadaki toplam doğal gaz rezervleri içindeki payı %8,8 iken, dördüncü bölge olan Kuzey Amerika'nın rezervi ise 15,2 milyar m³'tür. Dünyadaki toplam doğal gaz rezervlerinin %8,1'ini oluşturuyor. Güney ve Orta Amerika 8 milyar m³ ile son sırada yer almaktadır ve bu toplam dünya doğal gaz rezervi içindeki payı %4,2'dir.

Doğal gaz, en temiz yanan ve en hızlı büyüyen fosil yakıt olup, son on yılda toplam enerji talebindeki büyümenin neredeyse üçte birine diğer yakıtlardan daha fazla katkıda bulunmaktadır. Doğal gaz, küresel birincil enerji talebinin %23'ünü ve elektrik üretiminin yaklaşık dörtte birini oluşturan, bugün en hızlı büyüyen fosil yakıttır (BP: British Petroleum, 2019).

En temiz fosil yakıt olan doğal gaz, diğer fosil yakıtlara kıyasla hava kalitesi ve sera gazı emisyonları dahil olmak üzere bir dizi çevresel fayda sunmaktadır. Gaz yakıtlı santrallerin depolama kapasitesi ve işletme esnekliği, doğal gazın talepteki mevsimsel ve

kısa vadeli dalgalanmaları karşılamaını sağlarken, yenilenebilir enerjinin payı artan elektrik sistemlerinde enerji arz güvenliğini artırmaktadır.

2.1.5. Nükleer Enerji

Nükleer santraller birçok yönden elektrik güvenliğine katkıda bulunmaktadır. Nükleer enerji santralleri, şebeke istikrarının korunmasına yardımcı olup, karbondan arındırma stratejilerini iyi bir şekilde tamamlayabilmekte, belirli bir dereceye kadar operasyonlarını talep ve arz değişimlerini takip edecek şekilde ayarlayabilmektedirler (IEA, 2019).

Nükleer enerji ve hidroelektrik, düşük karbonlu elektrik üretiminin omurgasını oluşturmakta ve birlikte, küresel düşük karbon üretiminin dörtte üçünü sağlamaktadırlar. Son 50 yılda, nükleer enerji kullanımı CO₂ emisyonlarını 60 gigatonun üzerinde azaltmıştır.

Nükleer enerji, 2018’de 2.700 TWh elektrik sağlayan 452 çalışan reaktör veya küresel elektrik arzının %10’u ile bugün ikinci en büyük düşük karbonlu elektrik kaynağıdır (IEA, 2019). Nükleer enerji, diğer enerji kaynaklarından daha fazla enerji üretebilmektedir. Bu nedenle coğrafi olarak nitelikli olmayan yani kendi enerjisini üretemeyen ülkeler nükleer enerjiye yönelmiştir. Nükleer enerji kaynaklarının tercih edilmesinin birinci nedeni fosil kaynaklara göre daha ekonomik olmalarıdır. Ayrıca sürekli enerji üretimi olduğu için fiyat istikrarı açısından diğer kaynakların önündedir. İkincisi, atmosfere zararlı gazlar salmaz ve çevre için tehlikeli değildir.

2.1.6 Yenilenebilir Enerji ve Gelişimi

Yenilenebilir enerji, üretimi için sürekli doğal süreçlerden yararlanan ve kullandığı kaynak tükenme hızından çok daha kısa sürede yeniden üretilebilen enerji olarak tanımlanabilmektedir. Biyokütle, rüzgâr, güneş, hidroelektrik ve jeotermal gibi türleri ile yerli kaynakların kullanımına dayalı olarak sürdürülebilir enerji olanağı sağlamaktadır. Yenilenebilir kaynakların maliyetleri düştükçe ve petrol ve gaz fiyatları dalgalanmaya devam ettikçe, yenilenebilir enerjiye dayalı enerji sistemlerine geçiş giderek daha olası görünmektedir. Özellikle son 30 yılda, güneş ve rüzgâr enerjisi sistemleri hızlı satışı büyümesi, azalan sermaye maliyetleri, azalan elektrik maliyetleri ve performans özelliklerinde sürekli iyileşme yaşanmıştır. Aslında, fosil yakıt ve yenilenebilir enerji fiyatları ile her birinin sosyal ve çevresel maliyetleri zıt yönlerde doğru ilerlemekte ve yenilenebilir enerji sistemleri için yaygınlaşmayı ve sürdürülebilir pazarları desteklemek için gereken ekonomik ve politika mekanizmaları hızla gelişmektedir. Enerji sektöründe

gelecekteki büyümenin, geleneksel petrol ve kömür kaynaklarında değil, öncelikle yenilenebilir enerji rejiminde ve bir dereceye kadar doğal gazla dayalı sistemlerde olacağı netlik kazanmaktadır.

Uluslararası Enerji Ajansı'nın Yeni Politikalar Senaryosunda, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi 2040'ta neredeyse üç katına çıkarak toplam üretimin %40'ından fazlasını oluşturacaktır (IEA, 2018). Yenilenebilir enerjinin doğrudan kullanımı ulaşım ve ısı uygulamalarında da büyümekte, bu artışın yaklaşık %60'ını, günümüzün en büyük yenilenebilir enerji bazlı ısı tüketicileri olan Çin, Avrupa Birliği, Hindistan ve ABD'nde gerçekleşmesi beklenmektedir. Taşımacılıkta doğrudan ve dolaylı yenilenebilir enerjilerin payı iki katından fazla artarak yaklaşık %8'e çıkarken biyoyakıt talebinin, 2040 yılında ulaşımında yenilenebilir enerji kullanımının %6'sını oluşturması öngörülmektedir.

Yeşil enerjinin fosil yakıtlara göre faydalı etkileri büyük bir sorun teşkil etmemektedir. Bunun için temiz enerjinin önündeki engelleri kaldırmak, yenilenebilir enerji konusundaki cehaleti ortadan kaldırmak ve bu sorunu hızla çözmek gerekmektedir.

2.1.6.1. Rüzgâr Enerjisi ve Güneş Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, olgun ve hızla büyüyen bir yenilenebilir enerji teknolojisidir. Hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkelerde geleneksel enerjilere uygun maliyetli ve ölçeklenebilir bir alternatif sağlamaktadır. Son yıllarda petrol fiyatlarındaki dalgalanma ile iklim değişikliği, hava kirliliğinin sağlık üzerindeki etkileri, enerji güvenliği ve enerjiye erişim konularında artan endişeler; alternatif düşük karbon teknolojisi seçeneklerinin üretilmesi ve kullanılması ihtiyacını doğurmuştur. Rüzgâr endüstrisinin evrimi dikkate değer olmuştur ve son kırk yılda kurulumlarda, teknolojik gelişmelerde ve maliyetin düşürülmesinde önemli adımlar atılmıştır.

1970'lerin sonlarından bu yana rüzgâr enerjisinin kullanımını teşvik etmek için bir dizi destek mekanizması geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bunlar, vergi teşviklerini, vergi kredileri, üretim teşvikleri, hızlandırılmış amortisman vb., tercihli tarife rejimlerini, kota gerekliliklerini ve ticaret sistemlerini içermektedir (IRENA, 2009).

Güneş pilleri (fotovoltaik paneller), güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken cihazlardır. 1960'lı yılların başından itibaren araştırmalar hızlanmış ve laboratuvar koşullarında %40-45 verimleri olan fotovoltaik cihazlar geliştirilmektedir. Bir güneş hücresinde, güneş enerjisinin taşıyıcısı ve kaynağı olan tanecikli fotonlar, fotovoltaik hücrenin içine düşmekte ve onu elektrik enerjisine dönüştürmektedir.

Monokristal silisyum güneş pilleri, güneş panelleri yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Monokristal silisyum malzemelerin maliyeti oldukça yüksektir. Bu nedenle polikristal güneş pilleri daha çok kullanılmaktadır. Silisyumun elektriksel, optik ve yapısal özelliklerini uzun süre koruyabildiği için güneş pili yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Thin Film güneş pillerinin üretiminde, daha ince bir tabaka halinde üstün ışın absorpsiyonuna sahip malzemeler kullanılmaktadır. Kadmiyum tellür (CdTe), yüksek güneş soğurma katsayısına ve ideal bant genişliğine sahiptir. Bakır, indiyum ve selenyumdan oluşan üçlü bileşik bir yarı iletken bu grup (CIS) güneş pili olarak adlandırılmaktadır. CdTe, güneş pillerine en yakın rakip gibi görünmektedir.

2.1.6.2. Hidroelektrik Enerji

Büyük hidroelektrik projeleri büyük coğrafi bölgelerde su mevcudiyetini olumsuz etkilemesi; su altında kalan değerli ekosistemler, nüfus gruplarının kendi iradeleri dışında yer değiştirmelerini zorlamak ve/veya büyük bir elektrik iletim altyapısına ihtiyaç duyulması nedenleriyle kamuoyunda tartışılmaktadır. Hidroelektrik santraller, kamu kabulü, yüksek ilk yatırım maliyetleri ve uzun geri ödeme süreleri, uzun onay ve inşaat döngüleri ve imtiyaz haklarını ve şebeke bağlantılarını elde etmek veya yenilemek için uzun tedarik sürelerinin gerekmesi gibi durumlarla karşılaşmaktadır.

Küresel net hidroelektrik ilaveleri, 2019'da 2001'den beri kaydedilen en düşük seviye olan 12,7 GW'a düşmüştür. Bunun nedeni, 1996'dan beri küresel hidroelektrik büyümesine öncülük eden ülke olan Çin'de devam eden, kaynak mevcudiyeti ve sosyal kabul sorunların maliyetleri artırması nedeniyle yaşanan yavaşlamadır (IEA, 2020).

2.1.6.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, arazide üretilen, doğrudan ısıtma amacıyla kullanılabilen veya elektriğe dönüştürülebilen yenilenebilir bir enerji türüdür. Jeotermal enerjinin güneş ve rüzgâr gibi daha değişken ve kesintili olan diğer bazı yenilenebilir enerji kaynaklarına göre avantajı, yıl boyunca ve dünya çapında kullanılabilir olmasıdır. Kullanım alanlarına gelince, İzlanda ve Fransa'da merkezi ısıtma, Macaristan ve Rusya'da sera gibi büyük ölçekli projeleri içerirken; Yeni Zelanda ve Amerika Birleşik Devletleri'nde büyük ölçekte endüstriyel amaçlı kullanılmaktadır.

Jeotermal enerji üretimi, buhar türbinleri kullanan geleneksel fosil yakıtla çalışan enerji üretimiyle benzerlik göstermektedir. Temel fark, jeotermal elektrik santralinde insan

yapımı bir kazanın olmamasıdır; bu nedenle, buhar tedariki daha dikkatli bilimsel değerlendirme gerektirmektedir. Bununla birlikte, jeotermal enerji üretiminin düşük karbondioksit emisyonları nedeniyle çevresel faydalara sahip olması; turizm ve rekreasyon değerleri açısından kültürel, sosyal ve ekonomik faydalarının olması; yerli olduğu için ithal petrole olan bağımlılığı azaltması gibi avantajları da vardır.

2019'da küresel jeotermal kapasite ilaveleri, şimdiye kadar kaydedilen en yüksek seviye olan yaklaşık 0,8 GW olmuştur. Türkiye, Endonezya ve Kenya, küresel ilavelerin dörtte üçünü oluşturarak, bu artışa açık ara en büyük katkıda bulunanlar olmuştur. Bu üç ülkenin ilerleyen yıllarda jeotermal büyümeye liderlik etmeye devam etmesi beklenmektedir (IEA, 2020).

2.1.6.4. Biyokütle Enerji

Biyokütle enerjisi, 2017'de küresel yenilenebilir enerji arzının %70 payını ve toplam birincil enerji arzının %10'unu oluşturmuştur. Günümüzde kullanılan en büyük yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir.

Politikalar ve düzenlemeler, daha fazla biyoenerji alımı için uygun altyapının mevcut olmasını sağlamaya da yardımcı olabilecektir. Örneğin, bölgesel ısıtma sistemlerinin mevcudiyeti, kentsel alanlarda biyoenerji ısı temini için güçlü bir kolaylaştırıcıdır. Diğer kolaylaştırıcı politika müdahaleleri ise, tüketicilere ve potansiyel yatırımcılara açık ve güvenilir bilgiler sağlayarak biyoenerji ile ilişkili faydalar konusunda farkındalığın artırılması; fosil yakıtlar için sübvansiyonların kaldırılması yoluyla eşit şartlar yaratılması ve fosil yakıt enerjisi kullanımının çevresel etkilerine bir fiyat koymak için karbon fiyatlandırması veya vergi ve harç getirilmesi şeklinde olabilir.

2.2. TÜRKİYE’DE BAŞLICA ENERJİ SİSTEMLERİ

2.2.1. Türkiye’de Değişen Enerji Görünümü, Enerji İhtiyacının Artması ve Diğer Etkenler

Türkiye’nin son yıllardaki hızlı nüfusu ve ekonomik büyümesi, enerji talebinde keskin bir artışa yol açtığı gibi, ithalata olan bağımlılığını da artırmıştır. Enerji talebindeki büyümeyi düzene sokmak, tüketiciler için enerji fiyatlarını düşürmek ve ithalat artışını yavaşlatmak için enerji sistemini yeniden yapılandırmaya başlamıştır. Bu reformlar, modernizasyon, serbestleşme ve artan özel ve yabancı yatırım yoluyla yerli üretim kapasitesini artırmayı amaçlayan bir dizi önlemi içermektedir.

Petrol ve doğal gaz ithalatına olan büyük bağımlılığı nedeniyle Türkiye, enerji arz güvenliğini enerji stratejisinin temel direklerinden biri haline getirmiştir. Türkiye’nin enerji politikası, ülkede petrol ve doğal gaz arama ve üretimini artırmak; Artan enerji verimliliği yoluyla enerji tüketimini azaltırken, petrol ve gaz tedariklerini ve ilgili altyapıyı çeşitlendirme çabalarını içermektedir.

Türkiye, ithalat kaynaklarını da başarıyla çeşitlendirmekte ve doğal gaz güvenliğini sağlamaktadır. 2000’li yılların başında Rusya ana doğal gaz tedarikçisi iken, 2001 yılında İran’dan, 2007 yılında ise Azerbaycan’dan gaz ithal edilmeye başlanmıştır. Yeni yüzer depolama ve gaz rejenerasyon terminali devreye alınmış; mevcut LNG giriş kapasitesi artırılmış ve arzın çeşitlendirilmesi için gaz şebekesine yeni giriş noktaları bağlanmıştır (IEA, 2021).

Ham petrolün hem boru hatları hem de tankerler tarafından tedarik edilmesiyle, petrol yöntemleri ve kaynakları çeşitlendi ve İran, Irak, Rusya ve Suudi Arabistan en büyük ham petrol tedarikçileri olmuştur.

Türkiye, enerji güvenliğini iyileştirmenin temel dayanağının, enerji verimliliğini artırarak tüketimdeki artış hızını yavaşlatmak olduğunu kabul etmektedir. Bu amaçla, 2017-2023 Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı, binalar ve hizmetler, enerji ve ısı, ulaşım, sanayi ve teknoloji, tarım ve ilgili alanlar dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde Türkiye’nin temel enerji tüketimini %14 azaltmayı amaçlamaktadır. Ulusal elektrik üretimini artırmaya yönelik ulusal enerji üretim stratejisi, yenilenebilir kaynaklar, nükleer enerji ve linyit madenciliği geliştirme planlarını içermektedir.

Türkiye, mevcut kaynakları, güçlü enerji talebi ve hükümetin destekleyici politikaları sayesinde özellikle güneş, rüzgâr ve jeotermal gibi yenilenebilir enerjide etkileyici bir

büyüme yaşamıştır. Özellikle yenilenebilir elektrik üretimi, güneş enerjisi üretimindeki önemli büyüme de dahil olmak üzere son on yılda neredeyse üç katına çıkmış ve toplam elektrik üretimindeki payı olarak 2019’da %44 seviyesine ulaşmıştır.

Onbirinci Kalkınma Planı (2019-2023) kapsamında, yenilenebilir enerji kaynaklarının genişletilmesini teşvik etmek için 2017-27 döneminde her biri güneş ve rüzgâr kapasitesinden 10 GW’ın devreye alınması hedeflenmiştir. Yenilenebilir Enerji Destekleme Mekanizması (YEKDEM) kapsamında, güneş, rüzgâr, biyokütle, hidroelektrik ve jeotermal dahil yenilenebilir enerji santrallerinin tesis bileşenlerinin Türkiye’de üretilmesi halinde ek destek verilmektedir.

Türkiye’nin kömür madenciliği ve kömüre dayalı elektrik üretimine yaklaşımı, ithal kömür ve doğal gazla olan bağımlılığı azaltma stratejisine dayanmaktadır. Hem kömür madenciliğini hem de elektrik üretiminde yerli kömürün kullanılması için çeşitli teşvikler sunmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde kullanılan makine ve teçhizatın yerli üretimini arttırmak için politikalar uygulanmıştır.

2001 yılında elektrik piyasasının serbestleştirilmesinin ve özelleştirilmesinin ardından elektrik üretimi, dağıtımı ve arzı özel sektöre açılmış ve artık özel şirket ve kamu şirketleri tarafından yönetilmektedir. Bu kapsamda 2015’te resmi olarak kurulan Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. (EPIAŞ), elektrik ve gaz piyasalarının serbestleştirilmesine yönelik önemli bir adımdır ve toptan elektrik piyasası 2015’ten beri yürürlüktedir. Toptan gaz alım satım platformu 2018’den itibaren EPIAŞ üzerinde faaliyet göstermektedir. Bu piyasalar yatırımcılara fiyat sinyalleri sağlamakta ve şeffaflığı artırmaktadır.

Toplam birincil enerji kaynaklarında fosil yakıtların payı 2000’den bu yana %90 civarında olmuştur. Türkiye, Uluslararası Enerji Ajansı üyesi ülkeler arasında, 2019’da fosil yakıtların birincil enerji kaynakları içindeki payının %83 olmasıyla, dokuzuncu sırada yer almaktadır (IEA, 2020).

2.2.2. Kömür

Türkiye’nin kömür madenciliği ve kömüre dayalı elektrik üretimine yaklaşımı, ithal kömür ve doğal gazla olan bağımlılığı azaltma stratejisine dayanmaktadır. Hem kömür madenciliğini hem de elektrik üretiminde yerli kömürün kullanılması için çeşitli teşvikler sunmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde kullanılan makine ve teçhizatın yerli üretimini arttırmak için politikalar uygulanmıştır.

2.2.3. Petrol

Petrol, 2018 yılında toplam nihai tüketimin %97'si ile ulaştırma sektöründe enerji tüketimine hakimdir. Doğal gaz, konut sektöründeki toplam talebin yarısını karşılamaktadır. Sanayi ile tarım ve balıkçılık dahil hizmetler petrol, gaz, kömür ve elektrik karışımı kullanmaktadır (IEA, 2020).

2.2.4. Doğal Gaz

Türkiye, petrol ve doğal gaz enerji kaynakları açısından sınırlı ve ithalatçı bir ülkedir. Enerji arz güvenliğinin sağlanması, kaynakların ve ülkelerin çeşitlendirilmesini gerektirmektedir. Türkiye, 2018'de tükettiği doğal gazın %34'ünü Rusya'dan, %21'ini Azerbaycan'dan, %17'sini İran'dan, %13'ünü Cezayir'den, %4'ünü Nijerya'dan ve geri kalan kısmını da diğer ülkelerden ithal etmiştir (EPDK, 2019).

Ülkemizde artan doğal gaz talebi ve ulusal rezervlerin ve üretim miktarlarının bu ihtiyacı karşılamaya yetmemesi 2019 yılında doğal gaz ithalatını zorunlu kılmıştır. Toplam doğal gaz arzının %1,04'ü doğal gazla karşılanmaktadır. Türkiye'de üretilen gazın geri kalan %98,96'lık kısmı yurt dışından ithalat lisansı olan firmalar tarafından çeşitli kaynaklardan ithal edilmektedir (EPDK, 2019).

2.2.5. Nükleer Enerji

Türkiye, elektrik üretimi için ithal yakıtların kullanımını sınırlandırmak amacıyla ilk nükleer santralini kurmak için nükleer enerji stratejisi başlatılmış, Mersin'de inşa halinde olan ilk nükleer santral Akkuyu NGS'nin toplam kurulu gücünün 4.800 MW olması hedeflenmektedir.

İlk nükleer santralin 2023'te hizmete açılmasının planlanması, ülkenin yakıt karışımını daha da çeşitlendirecek olsa da fosil yakıtlar, özellikle petrolde %93 ve doğal gazda %99 ithalata büyük bağımlılıkla Türkiye ekonomisini yönlendirmeye devam etmektedir. Enerji ithalatına bağımlılığın azaltılması için yurt içi arama ve üretimin genişletilmesine öncelik verilmiştir (IEA, 2021).

2.2.6. Yenilenebilir Enerji ve Gelişimi

Türkiye, elverişli kaynak tahsisi, enerji talebindeki güçlü büyüme ve destekleyici politikalar sayesinde son on yılda yenilenebilir enerjide etkileyici bir büyüme yaşamıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi 2008'den 2018'e %36 artmış; yenilenebilir enerji arzının büyük

bir kısmı elektrik sektöründe yoğunlaşmıştır. Bu amaçla, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik, 2019 yılında toplam elektrik üretiminin %43,8'ini oluşturmuştur.

Hidroelektrik enerjisi üretimi 2000'den bu yana yaklaşık üç katına çıkmıştır. Halihazırda yapım aşamasında olan projelere göre, hidroelektrik kapasitesinin 2023 yılına kadar 32.000 MW'a ulaşması beklenmektedir. Kurulu rüzgâr enerjisi kapasitesi 2012'de 2.261 MW'tan 2019'da 7.591 MW'a yükselmiştir. Buna göre rüzgâr enerjisi hala önemli bir genişleme potansiyeline sahiptir. Güneş enerjisi kurulu gücü 2012'de 0 MW'tan 2019'da 5.995 MW'a yükselmiştir. Bu artışın bir kısmı, 2017 ile 2018 yılları arasında çatı üstü projeleri dahil lisanssız güneş enerjisi üretimindeki 1.600 MW'lık hızlı artıştan kaynaklanmaktadır. Biyoenerji, 2019'da toplam üretimin %1,1'ine denk gelen kısmı karşılamış ve bu üretimin yaklaşık beşte biri biyogaz üretimi için kullanılmıştır. Jeotermal enerji, 2013'te 311 MW'tan 2019'un sonunda 1.515 MW'a yükselmiştir. Özellikle Türkiye, Yeni Zelanda'dan sonra elektrik üretiminde ikinci en yüksek jeotermal payına sahiptir (IEA, 2021).

Türkiye'nin yenilenebilir enerji sektöründeki büyüme, destek programları tarafından desteklenmektedir. Yenilenebilir Enerji Destekleme Mekanizması kapsamında Türkiye, 30 Haziran 2021'den önce faaliyette olan veya devreye girmiş olan yenilenebilir enerji santralleri için on yıllık sabit fiyat garantili tarifeler sunmaktadır. 2016 yılında YEKA kapsamında yenilenebilir santrallerin ya yerel olarak üretilen ekipmanı kullanması ya da yerel üretim tesisleri kurması gerekmektedir.

2.2.6.1. Rüzgâr Enerjisi

Türkiye'deki rüzgâr enerjisi durumu göz önüne alındığında, kurulu güç açısından yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidroelektrikten sonra ikinci sırada yer almaktadır (TEİAŞ, 2020). Rüzgâr enerjisi, Türkiye'deki en açık yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Türkiye'nin üç denizle çevrili olması ve yaklaşık 3500 km'lik bir kıyı şeridine sahip olması, ülkenin büyük potansiyele sahip olmasının nedenlerinden biridir.

Rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerjisinden sonra en büyük yenilenebilir elektrik kaynağıdır. Tarife desteği verilen rüzgâr enerjisi, 2009'da 1,5 TWh'ten 2019'da 21,8 TWh'e, son on yılda büyüme kaydetmiştir. Rüzgâr enerjisi, 2019'da toplam elektrik üretiminin %7,2'sini oluşturmuştur (IEA, 2021). Rüzgâr enerjisi sektöründe mevcut kurulu güce ek olarak 2020 yılına kadar yaklaşık 1.500 MW kapasite devreye alınmıştır. Ucuz ve

çevre dostu bir enerji olarak yatırım çeken rüzgâr enerjisi, Türkiye’de de kamu ve özel sektör tarafından sıkı bir şekilde takip edilmektedir.

2011 rüzgâr santrali ihalesi, ülkede düzenlenen ilk yenilenebilir enerji ihalesi oldu. Yarışma kapsamında katkı bedeli üretilen kWh başına YEKDEM’in alış fiyatından düşülmek üzere TL olarak belirlenir. Söz konusu katkının işletmeye başlamasından itibaren 20 yıl içinde ödenmesi şartıyla ihaleye çağrı yapılmıştır.

2.2.6.2. Güneş Enerjisi

Türkiye coğrafi konumu nedeniyle güneş enerjisi potansiyeli açısından çok önemli bir konuma sahiptir. Türkiye’de güneşlenme süresi yıldan yıla değişmekle birlikte yılda yaklaşık 2.737 saat güneşlenme süresidir. Günde ortalama 7,5 saat güneş ışığı almaktadır. Ayrıca toplam yıllık güneş enerjisi 1.527 kWh/m² olarak tanımlanırken, toplam günlük güneş enerjisi 4,2 kWh/m²’dir (YEGM, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2021).

2018 yılı sonunda toplam kurulu elektrik kapasitesinin 78,5 GW olduğu, 2018 kurulu gücünde güneş enerjisinin payının %1,06 ve yaklaşık 0,8325 GW olduğu dikkate alındığında, Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarından potansiyeline göre çok düşük düzeyde yararlandığı düşünülebilir (TEİAŞ, 2020). Türkiye’nin potansiyel güneş enerjisi kullanımı, sürdürülebilir kalkınması için önemlidir.

Türkiye 110 günden fazla güneş potansiyeline sahiptir. Türkiye’de en çok güneş enerjisi alan bölge Güneydoğu Anadolu olurken, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Bu rakamlar, Türkiye’nin coğrafi konumu nedeniyle birçok ülkeden daha yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Devletin söz konusu güneş enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesindeki teşvik edici tavrı, çeşitli resmi politika belgelerinde de görülmektedir. ETKB tarafından 1 Mayıs 2020 tarihinde yayınlanan 2019-2023 Stratejik Planına göre, yenilenebilir ve yerli enerji kaynaklarına dayalı kurulu elektriğin toplam içindeki oranının %59’dan %65’e yükseltilmesi hedeflenmektedir.

2.2.6.3. Hidroelektrik Enerjisi

Türkiye’deki yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidroelektrik, kurulu güçte en büyük paya sahip yenilenebilir enerji türüdür. Türkiye’nin hidroelektrik potansiyeli teorik olarak küresel potansiyelin %1,5’ine karşılık gelirken, ekonomik potansiyeli Avrupa’nın potansiyelinin %17,6’sına karşılık gelmektedir. 2016 yılı sonunda hidroelektrik yaklaşık

kurulu gücün %34'ü kapasiteye ulaşırken, hidroelektrikten elektriğin %24,6'sı sağlanmıştır (ETKB, 2021).

Hidroelektrik, yenilenebilir elektriğin en büyük kaynağı olmaya devam ediyor ve 2019'da toplam elektrik üretiminin %29,2'sini oluşturmuştur. Hidroelektrik kullanılabilirliği hidrolojik koşullara bağlıdır ve önemli ölçüde değişebilir; örneğin, 2014 yılında üretimdeki ani düşüş o yıl yaşanan kuraklıktan kaynaklanmıştır. Bununla birlikte, hidroelektrik için uzun vadeli eğilim artıyor, elektrik üretimi 2000'den bu yana neredeyse üç katına çıkıyor ve daha fazla büyüme potansiyeli vardır (IEA, 2021).

Hükümetin ayrıca 2023 yılına kadar hidroelektrik potansiyelini en üst düzeye çıkarma hedefi vardır. Bu amaçla, Aslında, halihazırda yapım aşamasında olan projelere göre, hidroelektrik kapasitesinin 2023 yılına kadar 32.000 MW'a ulaşacağı öngörülmektedir, bu da o zamana kadar önemli miktarda ekonomik potansiyelin gerçekleşmiş olacağına işaret etmektedir.

2.2.6.4. Jeotermal Enerjisi

Türkiye, jeolojik yapısı gereği potansiyel jeotermal enerji kaynakları açısından oldukça zengindir. Hatta jeotermal enerji potansiyeli açısından dünyada 7. sırada yer alıyor. Ayrıca jeotermal ısı üretiminde dünya üretim kapasitesinin %4,3'üne, elektrik üretiminde ise dünya üretim kapasitesinin %0,23'üne sahiptir (Koç & Şenel, 2013).

Jeotermal enerji potansiyeli bakımından zengin olan Türkiye, jeotermal potansiyelinden tam olarak yararlanamamaktadır. Ancak jeotermal enerjinin tespit kolaylığı, düşük maliyet, üretim kolaylığı, yatırım geri dönüşünün kısa olması ve çevreye olumsuz etkisinin çok az olması gibi avantajları vardır (Külekçi, 2009).

Jeotermal enerji santralleri (JES) ağırlıklı olarak Türkiye'nin batısında, Ege Bölgesi'nde yer almaktadır. Bir jeotermal kuyunun hazırlık aşamasında, sondaj ve boruların döşenmesinden sonra, ilgili kuyunun çevresi dış etkenlerden korunacak şekilde kapatılır. Santral alanları olarak bilinen bu alanlar başka bir amaçla kullanılmamaktadır.

Jeotermal enerji, merkezi ısıtma, kaplıca turizmi, sera ısıtma, endüstriyel uygulamalar ve elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Enerji üretimi için kullanılacak jeotermal saha sayısı 25 olup, kapasiteleri 1.000 MW'tır.

2.2.6.5. Biyokütle Enerjisi

Türkiye'de biyokütle enerji temininde kullanılan kaynaklar; hayvansal ve belediye atıkları (organik), tarım ve ormancılık ürünleri. Biyoenerji potansiyeli yaklaşık 17 Mtep'tir

(Milyon ton petrol eşdeğeri). Ülkenin biyokütle enerji potansiyelinin yüksek olmamasının başlıca sebepleri; tarımda biyokütle için gerekli ürünlerin büyümesi, ormanların varlığı ve atık. Biyoyakıtlardan biyogaz, biyoetanol ve biyodizel gibi enerji türevleri üretilmektedir. Ancak ülkemiz biyoyakıt konusunda büyük bir potansiyele sahip olmasına rağmen henüz büyük bir ilerleme kaydedememiştir (Üstün & Genç, 2015).

Günümüzün en önemli biyoyakıtlarından biri olan biyoetanol; pancar, patates, buğday gibi şeker içeren nişastalı tarım ürünlerinden elde edilir ve benzinle karışım halinde kullanılmaktadır (Ar, 2016).

Yatırımcılar, özellikle çöp gazı için şehir yönetimlerine bağlıdır, çünkü katı atık depolama tesislerinin hakları şehirlere aittir. Belediye yönetiminin atık yönetimi konuları, biyokütle endüstrisinin gelişimini daha da destekleyecektir; yatırımcıların dikkatini kırsal alanlarda tarımsal ve ormancılık atıklarını kullanan kırsal projelere çekmek; kırsal alanlarda yatırımı kolaylaştıracak ve sosyoekonomik faydalar sağlayacaktır (IEA, 2021).

2.2.6.6. Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Değişen Paradigmalar

Türkiye enerji piyasasında tarife garantileri, teşvikler ve rekabetçi ihaleler ile yenilenebilir enerji kapasitesinin genişletilmesini teşvik etmek amaçlı çeşitli destek mekanizmaları sunmuştur.

İthal enerji kaynaklarına olan bağımlılığı azaltmak ve dış ticaret açığını azaltmak artık Türkiye'nin enerji sektöründeki temel politikalarının her zaman merkezinde yer almaktadır. Bu hedef doğrultusunda Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımlarını özendirici çalışmalar başlatılmış ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaçlı Kullanılmasına Dair Kanun bu çalışmanın bir bölümü yürürlüğe girmek üzeredir. Bu kanun ile yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi için önemli bir düzenleyici destek unsuru olan Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) yürürlüğe girmiştir.

Büyük ölçekli yenilenebilir projeler geliştirmek için Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) oluşturulmuştur. İhale mekanizması, yarışma çağrısı yapılmadan önce belirlenen tavan fiyatın düşülmesi suretiyle uygulanmaktadır. YEKA'nın ihaleye çıkmasından sonra kazanan firma ile 15 yıllık elektrik alım sözleşmesi imzalanmıştır. Bu yatırım modeli kapsamında, önceden tanımlanmış yenilenebilir enerji kaynak alanlarındaki kurulu elektrik kapasitesi, potansiyel yatırımcıların teklifleri dikkate alınarak tahsis

edilmektedir. Bu ihalelerde ayrıca, özellikleri önceden belirlenmiş ve aksamı yerli olan santraller yapma zorunluluğu da bulunmaktadır.

YEKA modelinin temel amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamak ve potansiyel yatırımcılar için gerekli ihale altyapısını oluşturmaktır. Belirli YEKA ihaleleri kapsamında belirlenen alanlar, santrallerde kullanılmak üzere yerli ekipman üretimine imkân veren yatırımcılara tahsis edilmektedir. Bu bölgelerde yerel aktörlerin sorumlulukları; teknolojik uzmanlığın transferine katkıda bulunmak ve araştırma ve geliştirmeye yatırımı artırmaktır.

5346 sayılı Kanunun 1. maddesine göre Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizmasının (YEKDEM) amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini artırmak, kaynak çeşitliliğini artırmak ve gaz emisyonlarını azaltmak; sera, atık değerlendirme, çevre koruma ve imalat sektörünün gelişmesidir.

YEKDEM, yenilenebilir enerjiye dayalı üretimin gelişmesinde öncü rol oynamıştır. YEKDEM ile yenilenebilir elektrik üretiminin geliştirilmesi için gerekli altyapı ve teşvikler sağlanmıştır. Destek mekanizmasının en önemli avantajlarından biri, ABD doları cinsinden sabit alım fiyatı garantisi ile santraller için daha istikrarlı bir nakit akışı sağlaması ve bu doğrultuda finansmana erişimi kolaylaştırmasıdır.

YEKDEM'e göre Türkiye, rüzgâr, güneş, biyokütle, hidro ve jeotermal dahil olmak üzere yenilenebilir enerji santralleri için tarife garantisi sağlamaktadır. Fabrika bileşenleri Türkiye'de üretiliyorsa ek destek sağlanmaktadır (IEA, 2021).

Türkiye'nin sera gazı emisyonları, küresel emisyonların %1'ine tekabül etmektedir. Türkiye'de iklim politikaları 2000'li yıllarda gelişmeye başladı; 2004 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne ve akabinde 2009 Kyoto Protokolü'ne taraf olan Türkiye, Kyoto Protokolü'ndeki sınıflandırması nedeniyle diğer Ekonomik İş birliği ve Kalkınma (OECD) ülkelerinden daha geç bir iklim politikası takvimi izlemektedir.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne sunulan Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı kapsamında, Türkiye sera gazı emisyonlarını 2030 yılına kadar olağan seviyesinden %21 düşürmeyi taahhüt etmiştir.

Türkiye'nin ulusal iklim değişikliği planı, Mayıs 2010'da onaylanan Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi'nde yer almaktadır. Stratejinin uygulama planının temel ilkelerinden biri, Uluslararası Enerji Ajansı'nın enerji sektörünün "ilk yakıtı" olarak değerlendirdiği bir pozisyon olan enerji verimliliğidir. Bu amaçla, güncellenmiş 2017-23 Ulusal Enerji

Verimliliği Eylem Planının ilave emisyon azaltımları sağlaması beklenmektedir. Türkiye, eylem planının hedeflerine doğru bir miktar ilerleme kaydetmişse de güçlü ekonomik ve enerji talebindeki büyüme göz önüne alındığında birçok alanda hala yetersiz kalmaktadır (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, 2020).

Eylem planına göre 2023 yılına kadar uygulanacak kısa ve orta vadeli hedef ve eylemler, tarım sektörü, su kaynakları yönetimi, afet risk yönetimi, ekosistem hizmetleri, gıda güvenliği, biyolojik çeşitlilik, ormancılık ile insan sağlığıdır.

Küresel ısınma bağlamında karbon salınımını azaltmak ve yenilenebilir enerji kullanımını artırmak son derece önemlidir. Türkiye gibi fosil yakıtları yüksek düzeyde kullanan ülkeler için 2015 yılında Paris'te düzenlenen 21. Taraflar Konferansı bu konuda gerekli hassasiyeti göstermektedir. 2020 sonrası iklim rejiminin çerçevesini belirleyen Paris Anlaşması; 2015 yılında Paris'te düzenlenen 21. Taraflar Konferansında kabul edilmiştir. Anlaşma, küresel sera gazı emisyonlarının %55'ini oluşturan en az 55 ülkenin anlaşmayı onaylaması şartıyla 2016 yılında yürürlüğe girmiştir. Anlaşma; fosil kaynakların kullanımını azaltmayı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmeyi amaçlamaktadır. Türkiye, 2023 yılına kadar yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşarak bu anlaşmalara bağlı kalacak ve aynı zamanda çevre kirliliğini önleme konusundaki kararlılığını bir kez daha ortaya koyacaktır (Bianet, 2021).

2020'de Kyoto protokolünün süresi dolduğunda, 2020'den sonra yürürlüğe girecek olan Paris anlaşması kabul edilmiştir. Anlaşma, küresel sera gazı emisyonunun %55'ine neden olan en az 55 tarafın anlaşmayı 2016 yılına kadar onaylaması şartını yerine getirdikten sonra 2006 yılında yürürlüğe girmiştir; öte yandan Türkiye, New York'ta düzenlenen üst düzey imza töreninde 175 ülkenin temsilcileriyle Paris Anlaşması'nı imzalamasına rağmen henüz Paris Anlaşması'na taraf olmamıştır.

Türkiye'nin Birinci Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı kapsamında enerji verimliliği hedeflerine ulaşmak için 2023 yılı hedef yıl olarak belirlenmiştir. Birinci Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı kapsamında sekiz yıllık dönem, 2023 yılını planlanan araçların etkisinin Türkiye'nin Enerji Verimliliği Stratejisi cildinde belirtilen hedeflerle örtüşeceği yıl olarak belirlemektedir.

Aynı şekilde, Türkiye ek orta vadeli enerji verimliliği hedefleri belirlemektedir. Avrupa politikasına ve büyük Avrupa ülkelerinin girişimine göre, sırasıyla 2030 ve 2050 yılına kadar Türkiye'nin enerji tüketimini azaltmak için bir teklif yapılmıştır. 2023 yılına

kadar enerji yoğunluğundaki iyileşme, ulusal düzeyde birincil enerji tasarrufları ile doğrudan ilişkilidir. Türkiye'nin 2023 yılına kadar birincil enerji azaltım hedefi, aynı yıl birincil enerji arz değerinde %20 azalma olarak belirlenmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016).

Türkiye, Kyoto Protokolü'nün emisyon ticaretine konu olan esnek mekanizmalarından yararlanmamakla birlikte, Türkiye'nin bu mekanizmalardan bağımsız işleyen ve çevre ve sosyal sorumluluk ilkeleri çerçevesinde oluşturulmuş gönüllü bir karbon piyasası planları bulunmaktadır. 2005 yılından bu yana Türkiye, gönüllü karbon piyasalarında alınıp satılan sertifikaların geliştirilmesine yönelik projeler düzenlemektedir. Gönüllü karbon piyasası, küresel karbon piyasasının çok küçük bir bölümünü temsil etse de bu piyasayı etkin bir şekilde kullanan Türkiye'nin gelecekteki küresel karbon piyasasına katılması için önemli bir fırsat sunmaktadır (<https://iklim.csb.gov.tr>, 2021). Halihazırda Türkiye'de gönüllü karbon piyasasında 308 proje işlem görmektedir. Bu projelerin sera gazı emisyonlarını yılda 20 milyon tondan fazla CO₂ eşdeğeri kadar azaltması beklenmektedir.

Gelecekte, geleneksel merkezi şebeke altyapısının yerini dağıtık enerji şebekesine bırakması, böylece son kullanım noktaları ile enerji üretim tesislerinin coğrafi ve niceliksel olarak yakınlaşması ve elektrik iletim ve dağıtımındaki kayıpların artması beklenmektedir. Azaltılacak. Şebeke kullanılabilirliği artacak ve kesintilerden kaynaklanan plansız duruşlar azalacak, enerji üretimi sırasında daha az enerji yoğunluğu elde edilecek ve yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekeye entegre edilebilmesi artacaktır (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, 2020).

Hibrit santraller ile elektriği planlandığı gibi sağlayabildikleri için kırsal alanların elektrifikasyonu hızlandırılabilir. Bu koşullar altında, şebeke altyapısına yapılacak yatırım gecikebilecektir. Hibrit sistemler, depolama teknolojileri ile birleştirilirse kesintisiz güç sağlayabilir. Sonuç olarak, depolama sistemleri enerji üretiminin mümkün olmadığı elektrik kesintileri ve kısıtlamalar gibi durumlarda şebekeye veya tesise verilen elektriğin sürekliliğini sağlayabilecektir (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, 2020).

2035'e kadarki eylemleri ve faydaları özetleyen Akıllı Şebeke Yol Haritası, 2021-2025 dağıtım faaliyetleri için önümüzdeki düzenleyici dönemin temel unsurlarından biri olacaktır. Türkiye'nin bu anlamda Akıllı Şebeke Yol Haritası birtakım hedefler belirlemektedir (ELDER, 2020). Şebeke altyapılarında daha fazla uzaktan kontrol, entegre esneklik yönetimi çözümlerinin aktif ve optimize edilmiş uygulaması, büyük kapasite esneklik kaynaklarının uygulanması, mevcut şebeke varlıklarının kapasite kullanım oranlarında %20'lik bir iyileştirme ve operasyonel faaliyetlerde %20 verimlilik artışı, şebeke

esnekliği ölçümleri, veri analitiğine dayalı işlemler, uluslararası akıllı şebeke iletişim ve bilgi standartları ve protokollerine tam uyum, hizmet kalitesini OECD ortalamasına yükseltmek ve akıllı sayaç üretiminin yerelleştirilmesi bu hedeflerden bazıları olarak değeriendirilebilir.

Verimlilik planlarının, enerji direnci ve sürdürülebilir kalkınma konusundaki uzun vadeli ulusal ve küresel hedeflerle uyumlu hale getirilmesi, eğer karşılanacaksa temiz enerji geçişlerine ve verimlilik yatırımlarına odaklanmaları küresel ve yerel ölçekte çok büyük kazanımlar yaratacaktır.



BÖLÜM III- COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ (CBS), YAPI BİLGİ MODELLEMESİ VE UYGULAMALAR

3.1. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ (CBS)

Merkezi bir bilgisayar sistemi çevresinde birçok kullanıcı aynı anda veya farklı zaman ve mekanlarda bilgi paylaşımında bulunabildiği için bilginin önemi ve etkinliği artmaktadır. Merkezi sistemdeki herhangi bir servisten alınan bilgiler anında diğer servisler tarafından işleneceği için bilgi kaybı veya gecikmesinden kaynaklanan sorunlar ortadan kalkacaktır. Özellikle büyük kamu kuruluşlarında siyasi nedenlerle değişen bazı veriler esnek bilişim sistemleri aracılığıyla organize edilerek diğer kuruluşlara iletilerek etkin araştırma yapılması ve doğabilecek aksaklıkların önüne geçilmesi sağlanmaktadır.

Coğrafi bilgi toplamak için farklı analizler ve sorgulamalar yapabilen ve sonuçları farklı temsil araçlarıyla temsil edebilen sistemler coğrafi bilgi sistemleri olarak bilinmektedir. CBS'yi diğer bilgi sistemlerinden ayıran en önemli özellik, tüm verilerin fiziksel konumları ile birlikte saklanması ve konum bazında mekansal ilişkilendirmelerin yani analizlerin oluşturulmasının mümkün olmasıdır (Arca, 2012).

3.1.1. Coğrafi Bilgi Sisteminin Kısaca Tanıtımı

Coğrafya, yeryüzündeki fiziksel ve beşeri olayları ele alan bir bilim olarak, veri yoğunluğu ve karmaşık olan bilgi ile ilgilenmektedir. Tüm bu bilgilere sahip olmak, daha fazla kullanmak, coğrafi olaylar arasındaki ilişkileri anlamak ve yorumlamak insan hafızasının sınırlarını zorlamaya başlamış ve bir iletişim aracı olarak bilgi sistemlerine ihtiyaç doğurmuştur. Bu ihtiyaçtan dolayı CBS ortaya çıkmıştır (Ateş, 2010).

Benzer şekilde, Favier ve Van Der Schee (2009) bunu "kullanıcıların büyük coğrafi veri setlerini hızlı, doğru ve esnek bir şekilde depolamasını, görselleştirmesini, manipüle etmesini ve analiz etmesini sağlayan bir sistem" olarak tanımlamaktadır.

Ayrıca, Bodzin, Fu, Bressler ve Vallera (2015) CBS'yi "dünyanın özelliklerini tematik katmanlara dönüştüren ve ardından kalıpları, bağlantıları ve ilişkileri incelemek için hesaplama araçlarını kullanan yazılım" olarak tanımlarken, Bevainis (2008) "dünyaları tanımlandığı gibi" tanımlamaktadır. Mekanla ilgili mekansal verileri depolamak, güncellemek, analiz etmek, görüntülemek ve işlemek için tasarlanmış bir sistem olarak tanımlamaktadır.

CBS, verilen tanımlardan da anlaşılacağı üzere, konumsal veri üretebilen, mevcut verileri kullanabilen, konum bazlı sorgulama ve analizler yapabilen ve sonuçları sunabilen,

grafik ve haritalar gibi çeşitli formatlarda açıklayabilen, donanım, yazılım, veri, insan ve yöntemlerden oluşan bir sistem olarak tanımlanabilir.

CBS beş ana unsurdan oluşur: insan, yazılım, donanım, veri ve yöntemler/analizler (Dağhan, 2018);

1. CBS yazılımlarında çözümleme amacıyla toplanan bilgiler, tüm belgeler, ölçüler, dosyalar, haritalar vb. Bir bilgisayarın alabildiği, işleyebildiği, üretebildiği ve sonuçları saklayabildiği her şeye veri denmektedir. CBS’de verinin iki temel içeriği vardır: grafiksel (uzaysal/uzaysal) veriler ve konumsal/uzaysal olmayan öznitelik verileri. CBS, mekânsal verileri diğer birçok veri kaynağıyla birleştirebilir.

2. Doğru bir metodoloji, iyi tasarlanmış bir plan ve iş kuralları, CBS’nin sağlıklı çalışması için en önemli faktörlerdir. Kurum ve kuruluşlar arasındaki mekânsal bilgi akışlarının CBS yazılımları kullanılarak sağlıklı bir şekilde iletilmesi için uygun yöntemler geliştirilmeli ve uygulanmalıdır. Konumsal verilerin yani coğrafi referanslı verilerin çoğaltılması, kullanılması ve sunulması belirli standartlar çerçevesinde yapılmalıdır. Bu nedenle tesisteki birim ve kuruluşlar arasında iletişim ve koordinasyon yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

3. CBS’yi çalıştıran bilgisayar ve ona bağlı yazıcı tarayıcı gibi tüm ürünler donanım olarak adlandırılır. Bilgisayar, cep telefonu ve ağ yapıları gibi birçok donanımda (donanım) kullanılmaktadır.

4. CBS yazılımları, toplanan verileri depolamak, haritalamak ve analiz etmek gibi işlevleri yerine getirmek için kullanılan programlardır. Bu yazılım ücretsiz ticari ve açık kaynak yazılım olarak değerlendirilebilir. ArcGIS, NetCAD, MapINFO gibi yazılımlar kapalı kaynaklı ücretli yazılımlar, Quantum (QGIS), Openmap, Grass GIS, KOSMO gibi yazılımlar ise ücretsiz ve açık kaynaklı yazılımlardır.

5. CBS kullanıcıları bu sistemi tasarlayan, sürdüren ve geliştiren profesyonel kişilerdir ve bireyler günlük işlerinde performanslarını artırmak için bireysel olarak sistemi kullanmayı tercih etmektedirler. CBS’yi etkin bir şekilde kullanmak için deneyimli ve yetenekli kullanıcılara ihtiyaç vardır. Sistemin başarısı eğitilen kişilere bağlıdır. CBS sistemleri kullanıcıya göre değişiklik göstermektedir. Bir coğrafi bilgi sisteminin başarılı bir şekilde uygulanması, iyi organize edilmiş bir plana ve iş kurallarına bağlıdır. CBS’nin kullanım amacına göre depolanan veri miktarı değişmektedir. Büyük miktarda veri ve bir dizi süreçten geçecek olması, her şeyi bir düzene koymayı gerektirir. İyi düşünülmüş bir akış

planı, zamanın ve insan gücünün verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Bu nedenle CBS'nin bireysel mi yoksa grup çalışmasıyla mı kullanılacağı iyi planlanmalıdır (Destegül, 2002).

CBS, özellikle karar vermede önemli faydalar sağlamaktadır. Çünkü çok fazla senaryo oluşturularak önemli faktörler belirlenebilmektedir. Veriler sürekli olarak güncellenebilir ve İnternet üzerindeki diğer kuruluşlarla paylaşılabilir. Bu sayede aynı işin kuruluşlar arasında tekrarlanmasının önüne geçilebilir. Bunun sonucunda personel sayısı ve maliyetler azalmakta, üretim hızı artmaktadır (Kabakuş, Tortum, & Çodur, 2012).

3.1.2. Coğrafi Bilgi Sisteminin Kullanım Alanları

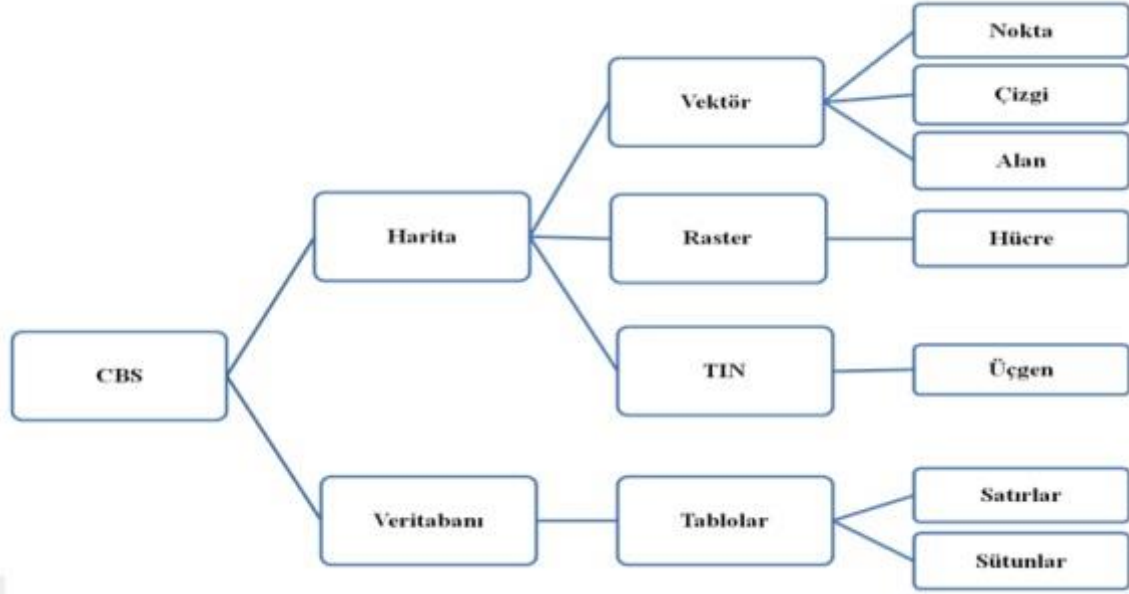
CBS, konuşma verilerinin yönetimini ve coğrafi ve coğrafi ortamlarla ilgili analitik verilerin toplanmasını sağlamaktadır. Bir Veri tabanı Yönetim Sistemi (VTYS) ile entegre CBS yazılımı ve verileri, en basit veri tabanı yazılımından çalışan en karmaşık veri tabanı yazılımına kadar yönetilebilmektedir. Bu yönetim, veri depolama, bağlama, eşzamanlı işlemler gibi birçok özelliği içermektedir. Buradaki kilit nokta, VTYS yazılımının (PostGIS, MS Access, Oracle, vb.) geometri ve coğrafi bilgileri bağlantılı bir tablonun bir sütununda depolayabilmesidir. Bu şekilde, coğrafi veriler üzerindeki tüm VTYS yetenekleri kullanılabilir.

CBS, coğrafi ve sözlü verilerin işlenmesini, analiz edilmesini ve kontrolünü sağlamaktadır. Sistemden bağımsız olarak, depolanan her verinin anında veya belirli aralıklarla analiz edilmesi ve sorgulanması gerekmektedir. CBS ayrıca mekânsal ve konuşma verilerinin analizine de izin vermektedir. Bu analizler bazen konumsal bindirme analizleri, bazen zamansal varyasyonlar ve bazen rota analizleri olabilmektedir. CBS ayrıca verilerin içerdikleri sözel bilgilere ve mekânsal konumlarına göre sorgulanmasına da olanak sağlamaktadır. CBS; coğrafi veriler arasındaki geometrik hataları ortadan kaldırmak için toplu veri tespiti ve mekânsal kontrol kuralları sağlamaktadır (Dağhan, 2018).

CBS, coğrafi verilerin farklı platformlarda (masaüstü, web, mobil) harita ve rapor şeklinde bilgiye dönüştürülerek sunulmasını sağlamaktadır. CBS, sosyal ağlar ve sensörler tarafından üretilen mekânsal bilgileri işleyerek yönetim, iş ve akıllı şehir planlama alanlarında birçok faaliyeti gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Günlük rota analizlerinin yapılabildiği en karmaşık mekânsal analizler (hava durumu analizi gibi) sonucunda birçok platformun kullanıcılarına sunulabilmektedir.

TIN (Düzensiz Üçgen Ağı) verileri, raster veri temsiline alternatif olarak arazinin veya diğer sürekli yüzeylerin bir temsilini sağlayan bitişik ve ilişkili üçgenlerle temsil

edilmektedir. Coğrafi bilgi sistemi, Şekil 3.1’de gösterildiği gibi vektör verileri, tarama verileri ve Üçgen Anomali Ağı (TIN) verilerinin bir haritasından oluşmaktadır (Ayday, Sabah, Yaman, & Keser, 2016).



Şekil 3. 1: Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Genel Yapısı

Kaynak: (Ayday, Sabah, Yaman, & Keser, 2016)

Uydu görüntülerinin yüksek çözünürlüğü ve görüntü işleme avantajı CBS projelerine kullanım kolaylığı ve doğruluk getirmiştir. Böylece veri analiz adımları kısalmaktadır.

İnternetin geniş topluluklara yayılması sayesinde, kullanıcıların turist bilgilerine erişme teknikleri de bu yönde gelişmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda dijital haritalar, online seyahat uygulamaları vb. turizm verilerine ulaşma tekniklerinden biridir. Zamanla CBS projeleri, son kullanıcı katılımını sağlayan güçlü etkileşimlerle desteklenmiştir. CBS uygulamaları, etkileşimli işlemlerle desteklenir ve son kullanıcı katılımının hâkim olmasını sağlamaktadır (Güleç, 2013).

CBS günümüzde birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar;

Tablo 3. 1: CBS’nin Kullanım Alanları

Kullanım alanı	Kullanım şekli
Eğitim	Araştırma-değerlendirme ve planlama faaliyetleri, eğitim kurumlarının kapasite belirleme ve bölgesel dağılımı, okuryazarlık oranları, öğrenci ve öğretmen sayıları, yönetim ve hizmet yönetimi, belge

Çevre yönetimi	Çevre planlama, çevre koruma alanları, ÇED raporu hazırlama, göl, gölet, sulak alan belirleme, çevre izleme, kirlilik kontrolü ve izleme, kıyı alanı yönetimi, hidrometeoroloji, coğrafya, dolgu alanlarının seçimi, afet araştırması
Doğal kaynak yönetimi	Toprak yapısı, su kaynakları, nehirler, havza analizleri, yaban hayatı, yer altı ve yer üstü doğal kaynak yönetimi, madenler, petrol ve gaz kaynakları
Mülkiyet-İdari Yönetim	Tapu-Kadastro, Vergilendirme, Seçmen tespiti, Nüfus, Kentler, Beldeler, Kıyı Sınırları, İdari sınırlar, Tapu bilgileri, Mücavir alan dışında kalan alanlar, Uygulama imar planları
Bayındırlık hizmetleri	İmar işlemleri, karayolları, ulusal karayolları, demiryolu ön etütleri, deprem bölgeleri, afet yönetimi, bina hasar tespiti, türüne göre bina tahsisi, alan geliştirme tahsisi
Sağlık yönetimi	Sağlık-coğrafya ilişkisi, tıbbi birimlerin dağılımı, personel yönetimi, hastaneler vb. birim kabiliyetleri, bölgesel hastalık analizleri, tıbbi tarama operasyonları, ambulans hizmetleri
Belediye faaliyetleri	Belediyecilik faaliyetleri, imar, emlak vergisi tahsilatı, imar yönetmeliği, çevre, park ve bahçeler, mühendislik işleri, drenaj sistemleri, doğalgaz tesisatları, Planlama uygulaması İmar, İmar Nazım Planı, Mevcut Harita, Altyapı, Ulaşım Planı, Toplu Taşıma, Kentsel Yollar ve Teçhizat
Ulaşım planlaması	Kara, hava, deniz ulaşım ağları, Doğal gaz boru hatları, iletişim istasyonları, yer seçimi, enerji nakil hatları, ulaşım haritaları, araç takip sistemleri
Turizm	Turizm bölgeleri alanları ve merkezleri, Turizm amaçlı uygulama imar planları, Turizm tesisleri, Kapasiteleri, Arkeoloji çalışmaları
Orman ve Tarım	Eğim-Bakı hesapları, Orman haritaları, Orman sınırları, Peyzaj planlaması, Milli parklar, Orman kadastro, Arazi örtüsü, Toprak haritaları
Ticaret ve Sanayi	Sanayi alanları, Organize sanayi bölgeleri, Serbest bölgeler, Bankacılık, Pazarlama, Sigorta, Risk Yönetimi, Abone, Adres yönetimi
Arkeoloji	Arkeolojik kazıların haritalanması ve kazı envanteri, tarihsel sit alanları envanteri, uydu ve hava fotoğraflarının işlenerek arkeolojik yer tespit çalışmaları, arkeolojik ölçümler
Savunma, Güvenlik	Tatbikat ve atış alanları, Askeri tesisler, Yasak Bölgeler, sivil savunma, emniyet, suç analizleri, suç haritaları, araç takibi, trafik sistemleri

Kaynak: (Karatepe (2007); Turoğlu (2011); Uyguçgil (2016)’den derlenmiştir)

Modern CBS uygulamalarına yönelik bir mimari olduğu söylenebilir. Web servisleri tarafından da desteklenmektedir. Bu hizmetler, veri ve yeteneklerin transferinin yanı sıra CBS bileşenlerinin birbirine bağlanmasını sağlamaktadır.

Web tabanlı CBS ile CBS’nin tek bir sistem mimarisinden yaygınlaştırılmasına olanak sağlanarak birden fazla kullanıcının sistemle entegre çalışabilmesi sağlanmaktadır. Web tabanlı CBS yapısında birçok kullanıcı internet üzerinden sistem yapısına dahil edilmektedir. İnternet bağlantısı, kullanıcıların sisteme erişmesi için yeterlidir. Klasik yapıda olduğu gibi bilgisayar, telefon vb. Aynı ağda olmaları gerekmez. Bu sayede Web CBS lokasyon bağımlılığı gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır. Web haritaları, Web CBS’nin önemli bir bileşenidir. Web haritaları, 3B modeller ve katmanlarla birlikte, veri kaynaklarını ayrıntılandıran ve kullanımlarını kolaylaştıran yeni bir coğrafi bilgi modelinin parçasıdır (Okan, 2018).

3.1.3. Coğrafi Bilgi Sisteminin Enerjide Uygulama Alanları

Verimli enerji üretim sürelerinin yaklaşık olarak 25 yıl ve yüksek ilk yatırım maliyetlerinden dolayı amortisman sürelerinin 6-7 yıl olduğu fotovoltaik (FV) gibi sistemlerinin kurulacağı alanların belirlenmesinde etkin tüm kriterlerin dikkate alınmasının önemi büyüktür.

FV santrallerin kurulacağı alanların belirlenmesinde teknik, ekonomik ve toplumsal çok sayıda unsur söz konusudur. FV santrallerin kurulumunun yapılacağı alan hem yaşadığımız ekosistemi hem de FV santralin üretimi ve kurulum gücünü etkilemektedir. FV santrallerinin orman alanları ve tarım arazilerine kurulması durumunda bölge ekosistemi olumsuz olarak etkilenmektedir. FV santrallerin teknik ve ekonomik açıdan uygun olmayan alanlara kurulumu durumunda, orman ve tarıma uygun olarak kullanılması gereken arazilerin alanların azalacaktır. Tarım arazilerinin başka amaçla kullanılması (fabrika, FV santral, konut vs.) halinde tarımdaki üretimde azalma meydana gelecektir. Bu da milli geliri etkileyen faktörlerdendir. Ayrıca, ormanlar ve doğal tabiat parkların azalmasıyla orada yaşayan canlıları da olumsuz etkileyerek popülasyonlarını düşürecektir. Böylelikle; doğaya ve çevreye olumsuz etkileri olacaktır. Teknik ve ekonomik olarak, FV santrallerinin kurulacağı alanın yukarıda bahsedilen hususların dışındaki arazilerde kurulması halinde FV santralin alanı enerji nakil hatlarına (ENH) yakınlığı, arazi eğim ve bakışının açısı, çevre sıcaklığı, ısınım şiddeti ve geliş açısının uygunluğu önem arz etmektedir. Geri ödeme süresinin kısalması için ilk yatırım maliyetlerini düşürülmesi ve yılda üretilebilecek enerji

miktarının maksimum olması gerekmektedir. FV santrallerin kurulacağı yerlerin seçiminin doğru yapılması hem biyolojik ekosistem hem de santralin kendi verimliliği açısından önem teşkil etmektedir.

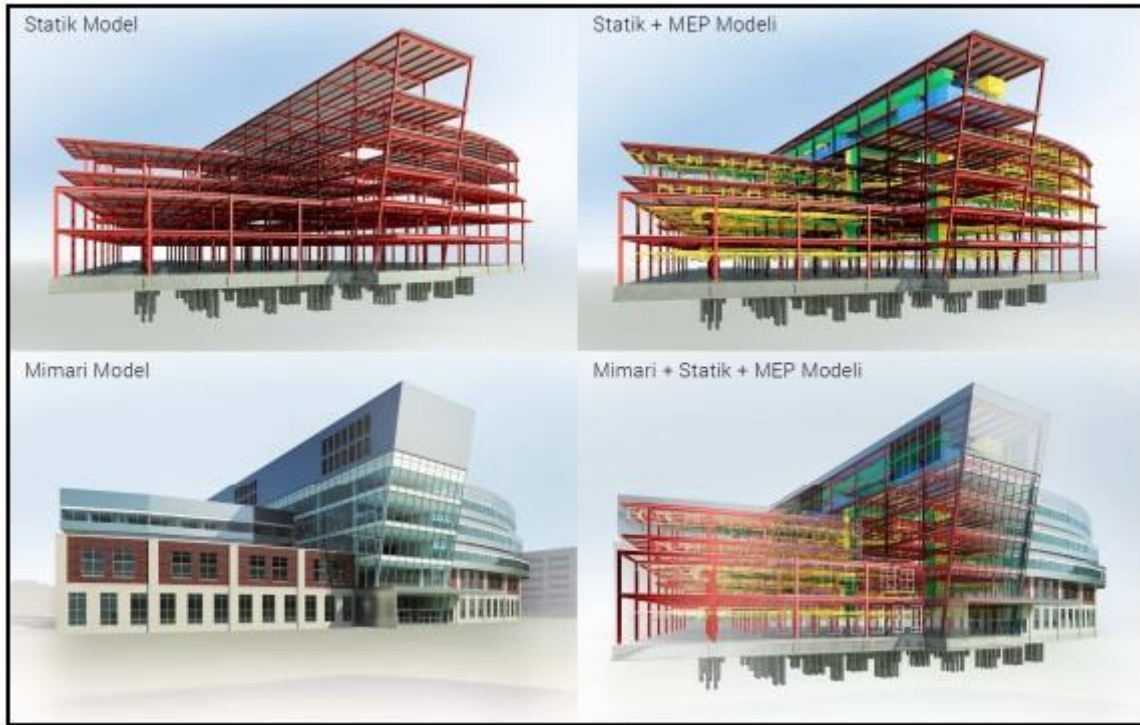
CBS ile PV santrallerinin kurulacağı alanların analizini yaparken kullanılacak olan veriler konuma bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, sıcaklık, ısınım, eğim vb. verilerin değerleri belirlenecek bölgenin her yerinde değişkenlik göstermektedir. Bu tür konum bazlı değişkenlik gösteren veriler CBS olmadan birlikte değerlendirmesi yapılamaz ve anlamlı bir sonuç / bilgi elde edilemez. Çünkü CBS her bir verinin konum verisini alarak aynı konumdaki verileri kendi arasında ilişkilendiriyor ve hesaplama yaparak anlamlı sonuçlar elde etmemize imkân vermektedir (Torunoğlu, 2015).



3.2. YAPI BİLGİ MODELLEMESİ

Building Information Modeling, uluslararası kısaltması YBM (Yapı Bilgi Modellemesi), 1960'lı yıllarda bilgisayar tasarım yöntemlerinin kullanılmaya başlanmasıyla ortaya çıkmıştır. Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD-Computer Aided Design), 1963 yılında Ivan Sutherland tarafından Sketchpad ile başlayan ve en bilineni ve ilk örneği 2000'li yıllarda şemsiye olmuştur (Laiserin, 2021). Bu süreçte gerçekleştirilen CAD çalışmaları dikkate alındığında birçok disiplinde entegre analiz araçları ve nesne tabanlı parametrik modelleme (basit YBM konsepti) geliştirilirken, inşaat sektöründe geleneksel iki boyutlu tasarım yöntemleri devam etmektedir (Volk, Stengel, & Schultmann, 2014).

Ürünler, yöntemler ve yöntemler olarak tanımlanan üç kategori, YBM tarafından tanımlandığı şekliyle geçerlidir. İlk tip, bir model olarak YBM'nin temel anlamını temsil etmektedir. YBM'nin garantisi kapsamında olan birçok farklı model bulunmaktadır. Bu modeller endüstriler arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 3.2). Projeksiyon seviyesinde yaklaşıldığında YBM'yi bir model olarak tanımlanabilmektedir (Matějka & Tomek, 2017).



Şekil 3. 2: YBM Modellerinin Disiplinlere Göre Ayrışması

Kaynak: (Autodesk, 2015)

İkincisi, bir dizi araç ve yöntem olarak gelişmiş bir YBM anlayışını temsil etmektedir. YBM ilk kez bu şekilde pazara sunulmaktadır (Laiserin, Comparing Pommies

and Naranjas, 2021). Teknik literatürün çoğu da YBM'yi bu bakış açısından ele almaktadır. YBM'yi kurumsal düzeyde ele alındığında bir yöntem olarak anlaşılabilir. Bu kategorideki araç ve süreç grubu, yalnızca YBM kapsamında kullanılabilecek yazılım ve ekipmanları değil, YBM kullanan tüm yeni veya değiştirilmiş süreç ve iş akışlarını da içermektedir (Matějka & Tomek, 2017).

Üçüncü kategori, bir metodoloji olarak YBM'nin en gelişmiş anlayışını, özellikle de inşaat projesi tedariki üzerindeki etkisini temsil etmektedir. YBM'nin bir yöntem olarak tanımı, iş birliği ve bilgi paylaşımı ortamında, çeşitli araç ve yöntemlerle desteklenen, bir binanın yaşam döngüsü ile doğrudan bağlantılıdır.

3.2.1. Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Kavramı

Yapı Bilgi Modelleme, tüm tasarım verilerini (geometri/şekil vb.) içeren 3 boyutlu bir model oluşturmakta ve dijital (malzemeler, maliyetler, fiziksel ortam kontrolleri vb.) tüm proje verileri işlenmekte, analizler yapılır ve model hazırlama oluşturulmakta, yapının proje sürecine katılan paydaşlar tarafından yaşam döngüsü boyunca ortak kullanımını sağlayan bir çalışma sistemidir (Inusah, 2018). Building Information Modeling olarak da bilinen Yapı Bilgi Modellemesi, tez boyunca İngilizce kısaltması YBM ile kullanılacaktır (Kopuz, 2015).

YBM (Yapı Bilgi Modeli) kavramı düşünüldüğünde, Şekil 3.3'teki kavramlardan oluştuğu görülecektir.



Şekil 3. 3: YBM Kavramının İçinde Bulunan Kavramlar

Kaynak: (Inusah, 2018).

3.2.2. YBM Yönetimi, Avantajları ve Dezavantajları, Süreçleri ve Kullanım Alanları

Open YBM'ye dayalı bilgi oluşturma'nın amacı, birlikte çalışabilirlik çerçevesi uyumluluğunu dikkate alarak birden çok düzeyde hizmet sağlamaktır. Bu; altyapı katmanı, veri katmanı, model katmanı, etkileşim katmanı ve uygulama katmanı gibi farklı veri ve işleme bölümlerine ayrılmıştır. Open YBM Birlikte Çalışabilirlik Çerçevesi ve ayrıştırma sınıfları, IFC sınıf standartlarına dayalı görünmektedir. Bu bağlamda, Open YBM'nin IFC standartlarını temel aldığı görülmektedir (Zul-Atfi, Noraini, Shahrizan, & Azrul, 2015).

Altyapı katmanı temel olarak tüm fiziksel ve sanal kaynakları barındırmaktan sorumludur. Bunlar; özel bulut, genel bulut, hibrit bulut ve genel buluttur. Sanal bilgi işlem teknolojileri, sanal depolama teknolojileri ve sanal denetimli araçlardır (YBMsoft.com.tr/, 2021).

Veri katmanı, proje oluşturma hakkında bilgiler ve tüm yaşam döngüsü için veriler içermektedir. Bu bilgiler üç ana kategoriye ayrılmıştır. IFC tabanlı YBM modelinde bilgi ve veriler, süreç yönetimi kontrolü ile ilgili veri bilgilerini içeren yapı ile ilgili değildir. Bu veri bilgileri, ağız bulutunda depolanmaktadır. Proje yapımında yer alan tüm aktörler, ihtiyaçlarına göre ağız bulutu aracılığıyla bu bilgilere erişebilir, bunları işleyebilmekte ve değiştirebilmektedir (YBMsoft.com.tr/, 2021).

Open YBM sınıflarının üçüncüsünü temsil eden model katmanı, proje inşaat verilerini içeren modelleri, üç boyutlu mimari tasarım modellerini, üç boyutlu inşaat mühendisliği modellerini, dört boyutlu bina iş modeli boyutları ve maliyeti bilgisini içermektedir (www.ifc.org/, 2020).

Open YBM katmanlarının dördüncüsünü temsil eden hizmet katmanı, bir dizi uygulama ve yazılımı barındırmak üzere geliştirilmiştir. Bunlar YBM tabanlı inşaat ve tasarım simülasyonu, maliyet kontrolü ve çakışma kontrolü gibi uygulamalardır. Ayrıca, yazılım uyumluluğu ve etkileşimi ile kullanıcılar ve müşteriler arasında veri paylaşımı için ortak bir dil geliştirmekten sorumludur (www.ifc.org/, 2020).

Tasarım aşamasında mimarlar, mühendisler ve müteahhitler arasında ortaya çıkacak sorunları ortaya koymaktadır. Problemi önce çözme olanağı sağlamaktadır.

Open YBM sisteminin başlıca avantajları şunlardır:

- İnşaat sektöründe verimli ve ekonomik analiz imkânı sağlamaktadır. Sanayinin tüm alt sektörlerinin üç boyutlu ve gerçeğe en yakın koordinasyonunu sağlamaktadır.
- İş akışını gerçekleştiren süreçlerin en gerçekçi şekilde tanımlanmasını sağlamaktadır. Open YBM, proje üyelerinin hangi yazılım araçlarını kullanırlarsa kullansınlar katılımlarına izin veren açık ve şeffaf iş akışlarını desteklemektedir.

- Open YBM tasarımcıları; Geniş çapta başvuru süreçleri için ortak bir dil oluşturarak endüstrinin ve hükümetin projelere şeffaf iş katılımı, karşılaştırılabilir hizmet derecelendirmeleri ve garantili veri kalitesi sağlamasına olanak tanımaktadır.
- Open YBM, varlığın ömrü boyunca kullanılmak üzere sürekli proje verileri sağlamakta, aynı verilerin birden fazla girilmesini ve bunun sonucunda oluşan hataları önlemektedir. Açık YBM, çevrimiçi ürün tedarik ihtiyaçlarına, kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik daha doğru araştırmalarla yanıt vermekte ve ürün verilerini YBM'ye yönlendirmektedir.

Open YBM yazılımı, inşaat sektöründeki kullanıcılar için sahadaki uygulama verilerini analiz etmekte ve uygulama verilerine tasarım aşamasında son derece kolay bir şekilde erişilmesini sağlamaktadır. Ancak Open YBM çerçevesi içinde de çeşitli sorunlar bulunmaktadır. Tanımlanan ve gerekli iyileştirmeler arasında şunlar yer almaktadır:

- Veri modellemede kullanılan IFC formatı, mevcut modelleme sürecine sınırlamalar getirmiştir.
- Geometri için parametrik desteğin olmaması, uygun bir görünüm tanımlama modeli olmadığı için birlikte çalışabilirliği engellemektedir. Özellik araçları standardizasyondan yoksun olduğu için bazı sonuçlar açıklama yapılmadan elde edilmiştir.
- Anahtar işbirlikçiler arasındaki koordinasyon eksikliğinin giderilmesi gerekmektedir.
- Verilerin birleştirilmesi ve Open YBM'ye aktarılması için yazılım sağlanmalıdır. Veri dönüştürme sırasında bilgiler kaybolmaktadır; yerel veriler, diğer taraflarca koordineli bir ortamda açılacak şekilde dönüştürülmelidir.
- Diğer taraflardan alınan verilerin yorumlanması ile ilgili hususlar taraflarca doğru bir şekilde yorumlanmalıdır. İş birliği garanti altına alınmalı ve sürdürülebilir olmalıdır.

Open YBM'ye dayalı olarak, beklentileri tanımlamak ve sistemin fizibilitesine yönelik bir standart belirlemek için fizibilite kavramını farklı çerçevelerden değerlendirmek gerekmektedir. Bu çerçeveler birlikte tasarlanmakta ve üretilmekte; faz geçişi (yatay entegrasyon) ve operasyonel birlikte çalışabilirlik (süreçlerin dikey entegrasyonu) bunlardan bazılarıdır.

YBM, yapı ömrü boyunca birçok amaç için kullanılmakta ve hem kullanım anında hem de sonraki süreçlerde kullanıcıya birçok fayda sağlamaktadır. YBM El Kitabı'nda, proje süreci ve kullanım alanına göre YBM, inşaat öncesi planlama aşaması, tasarım aşaması,

inşa/imalat aşaması ve inşaat öncesi aşama, inşaat sonrası/devreye alma aşaması olmak üzere 4 bölümde incelenmiştir.

Planlama	Tasarım	Yapım	İşletme
Mevcut Durum Modellemesi			
Maliyet Tahmini			
Süreç Planlaması			
Programlama			
Saha Analizi			
	Tasarımın Gözden Geçirilmesi		
	Çizimlerin Üretimi		
	Strüktürel Analiz		
	Aydınlatma Analiz		
	Enerji Analizi		
	Mekanik Analiz		
	Diğer Müh. Analizi		
	LEED Analizi		
	Yönetmelik Uygunluğu		
		Üç Boyutlu Koordinasyon	
		Şantiye Mobilizasyonu	
		Yapım Sistemi Tasarımı	
		Dijital İmalat	
		Üç Boyutlu Kontrol	
			Kayıt Modelleme
			Bina Bakım Programı
			Bina Sistem Analizi
			Varlık Yönetimi
			Mekan Organizasyonu
			Afet Planlama
1.Seviye YBM Kullanımı			
2.Seviye YBM Kullanımı			

Şekil 3. 4: Yapı Yaşam Döngü Boyunca YBM Kullanımı

Kaynak: (www.YBMforum.org/, 2021).

Yapım Öncesi Planlama Evresi: YBM, proje temeli oluşturma sırasında modelleme ve belirlenen gereksinimlerle ilgili temel kararlar yoluyla tüm proje katılımcıları için iş birliği sağlamaktadır. Bu anlamda, değerlendirilmekte olan projenin ve YBM'ye entegre edilebilecek birlikte alınan kararların değerini ve kalitesini artıran her yaklaşım önemlidir (Güçlüer, 2010).

Tasarım Evresi: YBM, tasarım aşamasında geleneksel yöntemlerle 2 boyutlu olarak yapılan işlerin, baştan itibaren 3 boyutlu ve daha detaylı görselleştirme ile desteklenmesini sağlamaktadır.

Yapım Evresi: Tasarımdaki hata ve eksikliklerin inşaat aşamasından önce tespit edilmesine yardımcı olan YBM, tekrarlanan iş, değişiklik gereksinimleri, değişiklik siparişleri vb.

vasıflı iş gücü kaybına neden olacak durumların önüne geçmek için kullanılabilir. Öte yandan zorunlu gördüğü değişikliklerin hızlı, hatasız ve koordinasyonu aksatmayacak şekilde ayarlanmasını sağlamaktadır.

İşletme Evresi: Tasarım aşamasında yapının işletme sırasında neye ihtiyaç duyacağı bilinmezken, mevcut yapıların kullanılması ve işletilmesi ile ilgili bilgi ve deneyim bu aşamada projeye aktarılmamaktadır (Jensen P., 2008).

Tablo 3.2, projelerde bina bilgi modellerinin kullanımını incelerken çeşitli araştırmacılar tarafından elde edilen verilerden elde edilen bazı önemli faydaları özetlemektedir.

Tablo 3. 2: Yapı Bilgi Modellemesinin Faydalarının Farklı Araştırmacılar Tarafından İncelenmesinin Karşılaştırmalı Bir Listesi

Yazarlar	Yapı Bilgi Modellemesinin faydaları
Foster (2008)	Görselleştirme, Kapsam, Netlik, Kısmi Ticari Koordinasyon, Çatışma Tespiti/Kaçınma, Tasarım Doğrulama, Yapım Sırası, Planlama/Aşama Planlama/Saha Lojistiği
(Young, Jones, & Bernstein, 2008).	• Farklı yazılımların entegrasyonu ile proje personeli daha kolay koordine etmek, • Verimliliği artırmak, • Geliştirilmiş kalite kontrolü
(Fong, 2009).	• Oluşturulan veri modelinin uzun yıllar kalıcılığı • Müşteri varlık yönetimi • Riski azaltmak • Verimliliği artır • Tasarım dayanıklılığı • Proje personeli arasında kesin iletişim kurun ve gelişmiş analitik araçlarla kalite kontrolünü kolaylaştırmak
(Ghaffarianhoseini, ve diğerleri, 2017).	• Standardizasyonun faydaları • Çeşitlilik yönetiminin faydaları; Tesis yönetim faaliyetleri, nihai proje çizimleri, miras ve tarihi belgeler, bakım, proje sonrası izlenebilirlik, kalite kontrol, izleme ve değerlendirme, enerji yönetimi kalitesi, acil durum yönetimi, rehabilitasyon planlaması • Entegrasyonun faydaları • Ekonomik faydalar • Bilgi yönetiminin faydaları • Yaşam döngüsü analizini kurun • Karar destek sistemlerinin avantajları • Planlamanın/programlamanın faydaları

Ek olarak, YBM kullanımı yoluyla, proje koordinasyonu, minimum hatalar, gecikmelerin en aza indirilmesi ve tasarım çatışmalarının ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi dikkate alınarak inşaat maliyetlerinden %15-40'a kadar tasarruf edilebileceğini, tasarım ve yapım ekibi proje geliştirmenin her aşamasında bu şekilde geliştirilebileceklerini savunmuşlardır.

3.2.3. Türkiye’de ve Dünyadaki YBM Uygulama Örnekleri

Mimarlık, mühendislik ve inşaat alanında, projelerin daha doğru ilerlemesi için geleneksel yöntemlerden farklılaşmayı amaçlayan çeşitli modeller bulunmaktadır. Bu araştırma ile YBM ilgi odağındadır. Bu çalışmalarla uyumlu olarak inşaat sektöründe YBM kavramı 2000’li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır (Yer, 2017). YBM, inşaat öncesi, inşaat ve inşaat sonrası dahil olmak üzere binanın yaşam döngüsü boyunca aktif olarak yer almaktadır (Selim, 2019). Bu sebeplerden dolayı YBM çalışmaları mühendislerin, mimarların ve inşaat sektörünün tüm dallarının ilgi alanına girmektedir (Erdik, 2018).

Türkiye’de YBM Kullanım Örnekleri

İstanbul Yeni Havalimanı (İYH):

İYH’nin yapımında YBM’nin tercih edilmesinin nedeni, gelişen havacılık sektöründe yüksek hizmet standartları sağlamaktır. İYH büyük ölçekli bir proje olduğundan, çok boyutlu bir tasarımla yüksek verim elde edilebileceği beklenmektedir. YBM kullanımı, dünya çapında yürütülen projelerle ilgili olarak vazgeçilmez hale gelmiştir.

Kabataş–Mecidiyeköy–Mahmutbey Metro Hattı:

Kabataş-Mecidiyeköy-Mahmutbey Metro projesi ve 3. Havalimanı ABD Las Vegas’ta düzenlenen 2017 AEC Mükemmellik Ödülleri yarışmasında 32 ülkeden 145 proje arasından ilk 8’e girmiştir (Inusah, 2018). Kabataş-Mecidiyeköy-Mahmutbey metro projesi konvansiyonel yöntemlere ek olarak 5D YBM kullanılarak hazırlanmış ve proje başarılı olmuştur. Bu, YBM genelleştirme ihtiyacının en iyi örneğidir.

Emaar Square Alışveriş Merkezi Projesi:

Emaar Square alışveriş merkezi projesinde Revit, Allplan, Nawisworks Manage, Nawisworks Simulate, Scene, Faro LS, 3Ds Max, Geomatic Wrap yazılımları kullanılmıştır. YBM yazılımı ile uygulama projelerinin 3 boyutlu modelleme, örtüşme analizi, miktar, 4 boyutlu simülasyon, varyasyon takibi, lazer tarama onayı gibi fonksiyonlar gerçekleştirilmiştir (Erdik, 2018). YBM kullanılarak yapılan üç boyutlu tasarımlarla projelerde uygulama aşamasında oluşabilecek hataların tespit edilmesi ve tamamen üç

boyutlu tasarım, metraj, mekanik ve elektrik verilerinin oluşturulması amaçlanmaktadır (Özorhon, 2018).

Niğde Üniversitesi Teknopark:

Niğde Üniversitesi'nin teknolojik geliştirme alanında bir proje yürütülmüştür. Niğde Üniversitesi Teknopark projesi 4.500 m² alana sahip olacak ve içerisinde ofisler, yönetim odaları, ek birimler, kafeteryalar gibi bölümleri içerecektir. Projede Revit yazılımı kullanılmıştır. YBM yazılımı ile görselleştirme, izleme, çakışma analizi, niceleme, keşif, fonksiyonlar gerçekleştirilir. Bu yazılım ile arazinin koordinatları programa girilmiş ve ısı, rüzgâr ve güneş analizleri yapılarak enerji verimli bir yapı oluşturulmuştur (Erdik, 2018).

Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi: 2015 yılında yapımına başlanan hastanenin çift yönlü çizimleri ve raporları YBM modeli kullanılarak oluşturulmuş, proje çakışmaları tespit edilerek değerlendirilmiştir. Proje kapsamında 4D ve 5D modeller geliştirilerek zamandan ve paradan tasarruf sağlanmıştır. Enerji verimli sistemler kullanıldığında binanın kendi enerjisini üretebilmesi ve açığa çıkan ısı enerjisinin hastaneye ısıtma ve soğutma sağlaması sağlanarak maliyetlerin düşürülmesi sağlanmaktadır. Projede kullanılan YBM yazılımları Revit, Etaps, Navisworks, Forvit, Insight, Synchro ve Dynamo'dur. Bu yazılımlar ile 3 boyutlu modelleme, çakışma analizi, iş programları ve maliyet fonksiyonları gerçekleştirilmektedir (Erdik, 2018).

Seyrantepe Stadyumu Çelik Çatı Projesi: YBM yazılımı ile projede 3 boyutlu modelleme, plan koordinasyonu, montaj ve örtüşme analizi fonksiyonları uygulanmıştır. YBM yazılımının planlanması ile estetik açıdan hoş, açıklığı geniş ve güçlü rüzgâr yüklerine dayanabilecek bir çatı tasarlamak söz konusuydu. Seyrantepe Stadyumu Çelik Çatı Projesi 2010-2011 yılları arasında yapılmıştır (Erdik, 2018).

Dünya Ülkelerinin YBM Kullanım Örnekleri

YBM Handbook kitabında ülkelerin yapmış oldukları YBM uygulamaları detaylı incelenmiştir.

Tablo 3. 3: YBM Açısından İncelenen 10 Projenin Envanteri

Proje Adı	Yer	YBM Kullanım Amaç ve Süreçleri
Aviva Stadium	Dublin	Sıra dışı tasarıma sahip cepheler için parametrik tasarım
100 11th Avenue	New York	Taşıyıcı duvarların karmaşık tasarımı, analizi ve imalatı

One Island East Office Tower	Hong Kong	Yatırımcının tasarım, ihale ve inşaat ilerlemesinin yönetimi için
Marriott Hotel Renovation	Portland, Oregon	Leeds sertifikası için yeniden tasarlandı
Crussel Bridge	Helsinki, Finland	Özel tasarımlarla üretim aşamalarının tamamlanması ve köprülerin kurulması
Hillwood Commercial Project	Texas	Konseptin fizibilite analizi ve maliyet tahmini
Maryland General Hospital	Baltimore, Maryland	Ticari yönetim de dahil olmak üzere inşaat ve devir teslim aşamalarının gerçekleştirilmesi
Sutter Medical Center	Castro Valey	Yenilikçi IPD (Entegre Proje Teslimi) için belirlenen hedeflere ulaşılması
Music Center	Helsinki, Finland	Çevresel etkileşim değerlendirmesi ve sürdürülebilir bina tasarımı
Coast Guard Facility Planning	Multiple loc.	Olası senaryoların simüle edilmesi ve işletme yönetimi

Kaynak: (Akkoyunlu, 2015).

Hazırlanan tablodan da görüleceği üzere YBM'nin projelerde hangi aşamada kullanıldığını göstermektedir. Dünyadaki projelerde kullanılan YBM'nin faydaları inşaat sektöründe görülebilmekte ve uygulamalarda doğru yöntemin nasıl kullanılacağı konusunda yol gösterici olarak görülebilmektedir (Akkoyunlu, 2015). YBM uygulamalarından faydalanmak için dosyaların eksiksiz olarak teslim edilmesi gerekmektedir. Doğru ve tam olarak anlaşılıp uygulanırsa, projenin başarısı olumlu bir etki yaratacaktır.

3.3. CBS İLE YBM ENTEGRASYONUNDA UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Yenilenebilir enerjinin bir gereklilik olarak ortaya çıkması sonucu, akıllı sistemlerin birbirleri ile uyumlu çalışması da kaçınılmaz hale gelmiştir. CBS ve YBM, birbirlerine entegreli hale getirilebilir bir yapı ortaya çıkarmaktadır. Ancak bu bölümde, bu yapının sistemselliği değil, uygulanabilirliği tartışılacaktır. Gerek CBS gerek YBM kendine özgü yapılar ya da sistemlerdir. Bu bağlamda birbirleri ile entegrasyonu her ne kadar benzer yönler içerse de farklılıkları yüzünden belki uzun bir süreç gerektirebilir. Bu yüzden her ikisinin de disiplinleri açısından birbirleri arasındaki iletişimi önemlidir. Aşağıda her iki kendine özgü sistemin ortak, benzer ya da farklılıkları ile birbirleri ile olan uyumu analiz edilecektir (Güçlüer, 2010).

3.3.1. CBS, YBM ve Çok Ölçütlü Karar Analizi ve Konya'daki Uygulamalar

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Çok Kriterli Karar Analizi (ÇÖKA), planlamacıların planlama ve karar sürecinin karmaşıklığını analiz etmesine yardımcı olabilir. Bu sistemlerin birlikte kullanılması ile alanın tamamından veya bir kısmından istenilen bilgilerin elde edilmesi sağlanabilmekte ve bu bilgiler belirli kriterlere göre işlenerek karar verme süreci planlanabilmektedir (Öztürk ve Batuk, 2007).

Bir güneş enerjisi santralinin yerinin belirlenmesinde pek çok kriter rol oynamaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri, tüm bu kriterlerin birbirleri ile uyumluluğunu incelemek, izlemek, yorumlamak ve yönetmek için oldukça uygun bir yöntemdir. Bu kriterler analiz edilirken birçok çalışmada CBS tabanlı ÇÖKA kullanılmıştır. Bu kriterlerden bazıları güneş enerjisi potansiyeli, eğim, hidrolojik özellikler, korunan alan, enerji hatlarına ve trafo merkezlerine yakınlıktır (Güçlüer, 2010).

ÇÖKA'da bir sorunun çözümüne yönelik hedeflerin belirlenmesinde ilk adım olarak kriterlerin değerlendirilmesi gereklidir. Hedefler ve nitelikler, değerlendirme kriterlerini tanımlamaktadır. Bir özelliğin değeri, minimum ve maksimum değerleri temsil eder. Bu kriterler seçeneklerle birlikte değerlendirildiğinde seçeneklerin önem derecelerine göre derecelendirme yapılmaktadır (Güçlüer, 2010).

Bu kriterler alternatifler önermeyi amaçlamaktadır; kriterleri karşılamak; her seçeneğin her bir kriter üzerindeki etkisini inceleyin ve kriter puanını hesaplayın; farklı alternatifler, kriterler ve skor puanları kullanarak karar tabloları oluşturmak; ağırlıklı kriterleri kullanarak karar verici tercihlerini belirlemek; alternatifleri sıralamak için karar tablosundaki verileri toplayın; sonuçlardaki belirsizlikleri ve hataları düzeltmek için

duyarlılık analizi yapmak; İyi alternatifleri, her alternatif için nihai bir tavsiye vermek üzere sıralamak veya alternatifleri en iyiden en kötüye doğru sıralamak mümkündür.

Bu çalışmada Konya ili için en uygun CSP santralinin yerini belirlemek için CBS-ÇÖKA yöntemi kullanılmıştır. İş akışı, sorunu tanımlamayı, iş akışını tanımlamayı, veri toplamayı, seçenekleri tanımlamayı ve sonuçları değerlendirmeyi içermektedir. Bu anlamda Konya PV, her bir CPV ve CSP sistemi için uygun bir ildir. Geniş yüzeyi, birçok GES'in kurulumuna izin vermektedir. Bu çalışmanın konusuna göre güneş enerjisi santrali kurulumuna uygun alan bakımından en büyük il olması nedeniyle çalışma alanı olarak Konya seçilmiştir. Ayrıca bu geniş alanın büyük bir bölümünün eğiminin az olması GES santrallerinin kurulumuna özellikle uygun hale getirmektedir (Güçlüer, 2010).

Uygulama aşamasında gerekli verilerin belirlenmesi ve toplanmasının ardından verilerin işlenmesi için bazı düzenlemeler yapılmıştır. Mesafeler, analizde kullanılan öznetelik tabanlı çizgi katmanlarından oluşturulsa da özellik tabanlı gradyanlar, yükseklik verilerinden analizde gerekli olan oluşturulmaktadır. Bu işlemde sonra her bir kriter için görüntüleme katmanının puanı (uygunluğu) kendi özelliğine göre belirlenmektedir. Buna göre sınıflar sınıflandırılır ve nitelikler yerine eşleşen değerler atanmaktadır. Bu nedenle sınıflar normalleştirilerek ölçüt haritası oluşturulmuştur. Grafikteki doğru değerlerin 1 ile 10 gibi sabit bir aralıkta olmasına özen gösterilmiştir. Bundan sonra normalizasyona geçilmektedir. Bu bölümde her bir kritere uygunluk değeri atfedilmekte ve yaklaşımla belirlenen ağırlıklar çarpılmakta, sonuçlar kümelenmekte ve kriterlerin ağırlıklı haritası oluşturulmaktadır. Böylece tanımlanan yaklaşıma uyan alanları gösteren bir sonuç katmanı oluşturulmuştur. Ayrıca oluşturulan sonuç sınıfı, kriterlerin önem derecesine göre belirlenen ağırlıkların 1 puana dağılımına dikkat edilmektedir. Ortaya çıkan sınıf da normalize edilmiş ve kümeler 0'dan 1'e kadar değerler almaktadır (Güçlüer, 2010).

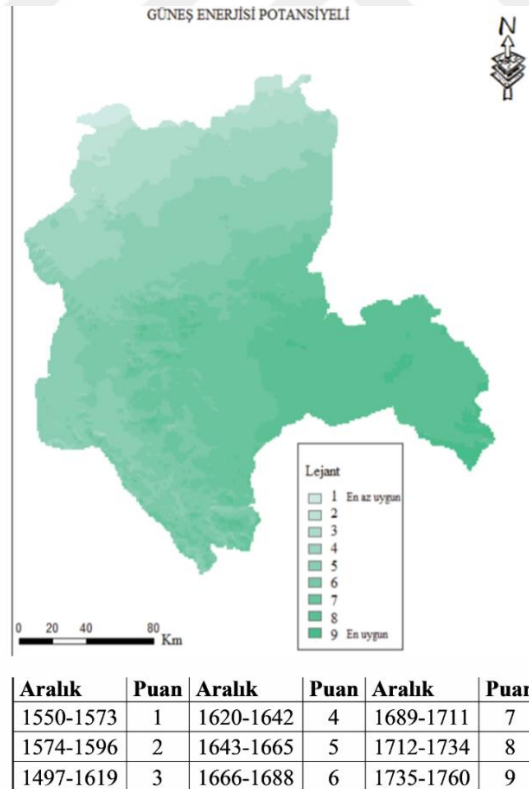
Ortaya çıkan sınıf, 0'dan 5'e kadar yeniden sınıflandırılmakta; sınıflara ayrılmakta, 5 en iyi değeri almaktadır. Son olarak kullanılmayan alanlar belirlenerek, güneş enerjisi santrallerinin kurulması için en uygun alanlar ortaya çıkarılmıştır.

Güneş enerjisi santrali kurmak için kullanılan kriterler; güneş potansiyel haritası/genel radyasyon değeri, il sınırları, eğim, enerji nakil hatlarına yakınlık, işleme merkezlerine yakınlık, su kaynaklarına yakınlık, nehir kenarı, göl yakını, karayolu yakını, demiryolu yakını, çevre koruma alanına uzaklık, kuş göç yoluna uzaklık, sismik fay hattına uzaklık, yerleşim alanına uzaklık, havaalanına uzaklık, rüzgâr santraline uzaklıktır.

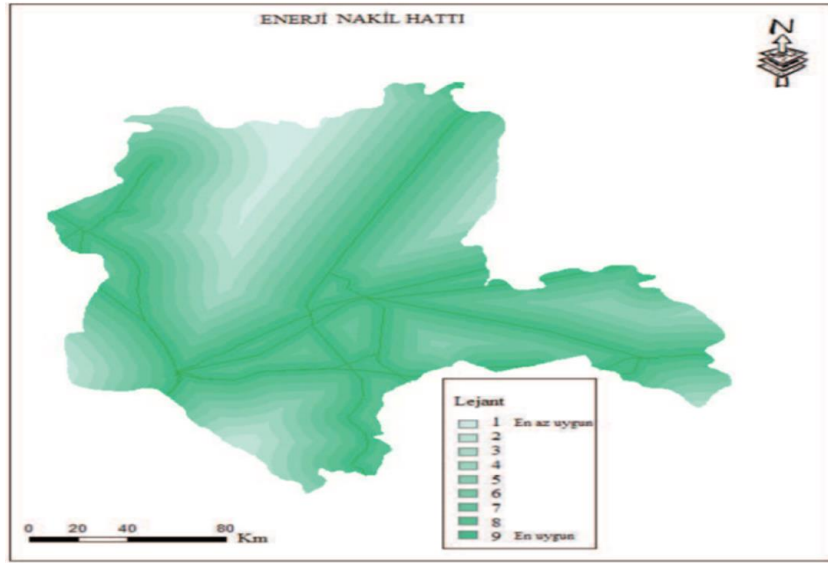
Veriler ArcGIS ortamında düzenlenmekte ve oluşturulan haritalar görüntülenmektedir. Tüm veriler "Öklid mesafesi" yöntemi kullanılarak puanlanmış ve en yüksek 1 değerine normalize edilmiştir. Normalize edilen veriler yeniden sınıflandırılmış ve 9 sınıfa ayrılmıştır ve bu sınıfların ağırlıkları eşleştirilmiştir. En uygun değer 9, en az uyum değeri 1 verilerek puanlanmaktadır.

Analiz sonuçlarına göre Konya ili için en uygun bölgeler doğudan orta, güney ve güney bölgeler olarak belirlenmiştir. Bu alanlar güneş enerjisi, su kaynakları, dönüşüm merkezleri ve ulaşım açısından en uygun bölgelerdir. Puanlama sürecinde ana kaynak olan güneş enerjisi potansiyeli 0,17 puan ile en yüksek ağırlığa sahiptir. Ardından 0,14 puanla dönüşüm merkezleri, 0,13 puanla enerji nakil hatları ve otoyollar yine en yüksek öncelikli; 0,6 ile kuş uçuş verilerinde bulunan en düşük ağırlık olarak alınmıştır. Tüm bu ağırlıklar kullanılarak yapılan analizlerde CSP santrali kurmak için en uygun yerler belirlenmiştir. Kullanılmayan alanlara (çevre koruma bölgeleri, göller, havaalanları, yokuşlar ve yerleşim alanları) ilişkin veriler bu analizden çıkarılmaktadır.

Çıkarılan veriler neticesinde tablolar aşağıda sırasıyla belirtilmiştir.

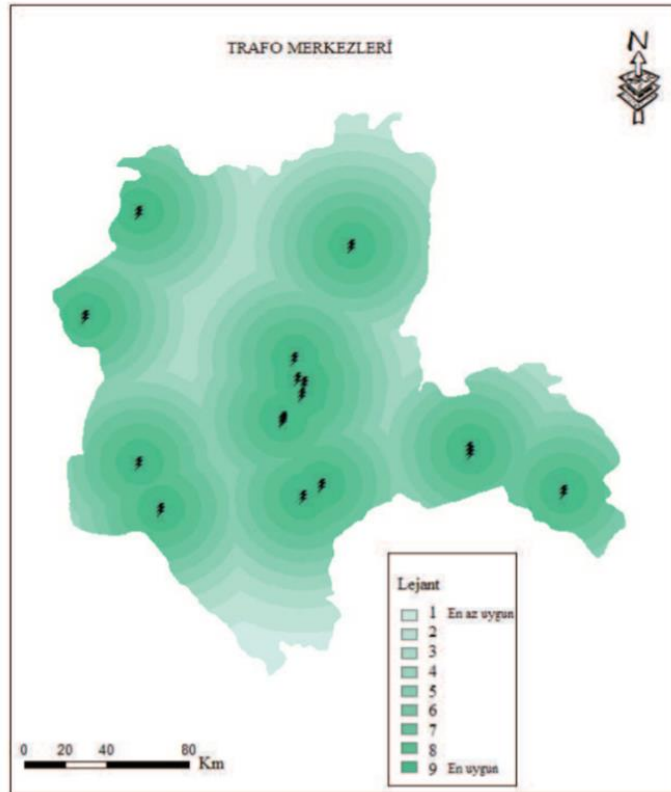


Şekil 3. 5: Güneş Enerji Potansiyeli Planı



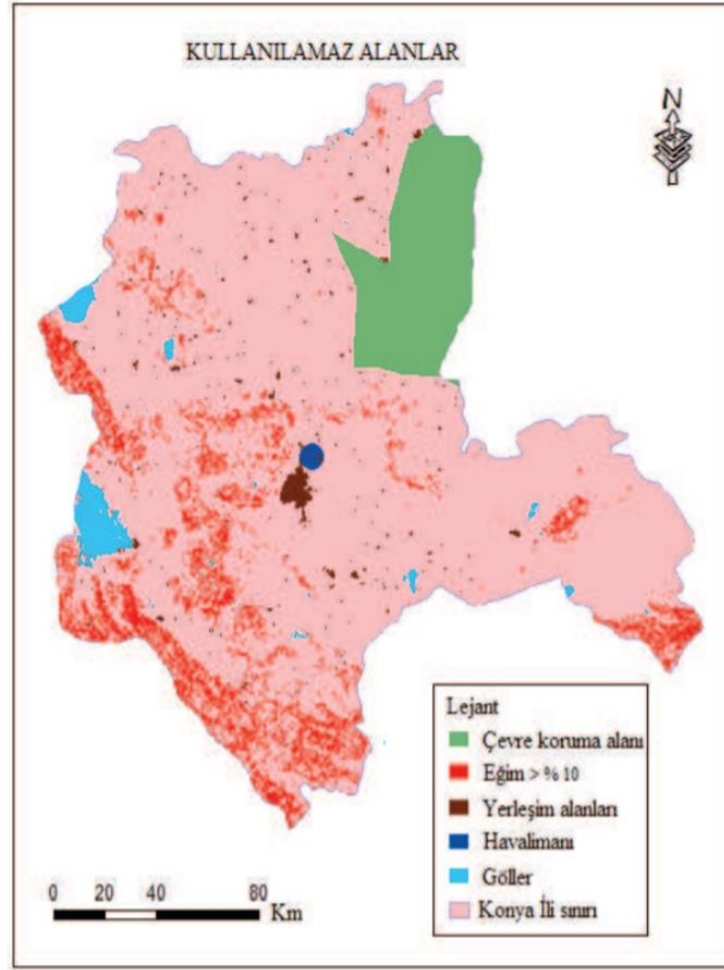
Arahk	Puan	Arahk	Puan	Arahk	Puan
44.1-51.0	1	24.1-30.0	4	9.1-14.0	7
37.1-44.0	2	19.1-24.0	5	4.1-9.0	8
30.1-37.0	3	14.1-19.0	6	0.0-4.0	9

Şekil 3. 6: Enerji Nakil Hattı Planı



Arahk	Puan	Arahk	Puan	Arahk	Puan
59.1-66.0	1	38.1-45.0	4	17.1-24.0	7
52.1-59.0	2	31.1-38.0	5	10.1-17.0	8
45.1-52.0	3	24.1-31.0	6	0.0-10.0	9

Şekil 3. 7: Trafo Merkezleri Planı



Şekil 3. 8: Kullanılamaz Alanlar Planı

Enerji tüketiminin her geçen gün arttığı ülkemizde, elimizdeki yenilenebilir doğal kaynakları kullanarak enerji üretmek bir zorunluluk haline gelmiştir. Bunun için farklı tipteki güneş enerjisi santralleri için gerekli parametreler belirlenmeli ve potansiyeli yüksek yerler belirlenmelidir. Bu amaç doğrultusunda CBS-ÇÖKA tarafından örneklem alanı olarak seçilen Konya ilinde yoğunlaştırılmış güneş enerjisi santrallerinin kurulumuna uygun alanlar belirlenmiştir. Kullanılan kriterler ağırlıklandırılarak kullanım amacına en uygun alanlar ortaya konulmuştur. Ancak ileriki çalışmalarda ikili karşılaştırmalar vb. yöntemlerin kullanılması modelin güvenilirliğini artıracaktır. Ayrıca çevreye zarar vermemek için ÇED raporunun olması çok önemlidir.

3.3.2. CBS, YBM ve Güneş Enerjisi Uygulamaları

Fotovoltaik sistemlerde kablo seçimi hafife alınmaması gereken bir konudur. Panolarda oluşan gerilim türü doğru akım olduğundan kablo seçimi UV standardına uygun olmalıdır. Ayrıca kablo dış ortam koşullarına dayanıklı olmalıdır. Enerji kaybının

hesaplanmasında kablolar önemlidir. Kullanılan miktar ve alan tahmin edildiğinde, yanlış hesaplama kaynaklanan enerji kaybının maliyeti yüksek olacaktır. Galvanizli kablo kanalları, çatı uygulamalarında paneller arasındaki kabloları birleştirmek için kullanılır. Saha uygulamalarında panolar arası kablo bağlantılarında güvenlik ve verimlilik açısından yer altı kablo tavaları tercih edilmektedir.

Bir invertör tarafından DC'den AC'ye dönüştürülen elektrik enerjisini sayaca ve şebekeye taşımak için bir AC kablosu gerekmektedir. AC kablolar, DC kablolar gibi uzun mesafeler için kullanılmamaktadır. Ancak bu kablo yükü de taşıyacaktır. AC kabloları ayrıca güç kaybı ve güç kaybının elektriksel hesaplamalarına göre seçilmelidir.

Enerji aktarımını sağlamak için trafoya ihtiyaç vardır. Transformatörler, TIAS tarafından belirlenen elektrikli taşıma ve dağıtım altyapısı standartlarına uygun olmalıdır. Öte yandan büfe, kesme kutusu ve diğer ekipmanların bulunduğu bir yapıdır. Güneş enerjisi santrallerinin kurulumu sırasında enerjinin iletilmesi için mutlaka kiosklar kurulmalıdır. Kioskun içerisindeki ekipmanlar şunlardır; ana toplama panosu (AC voltajı ve akımın bir noktada toplanmasını ve trafoya iletilmesini sağlamaktadır), trafo (380 Volt AC'yi istenen voltaja ulaştırmaktadır), giriş-çıkış hücresi (enerji şebekeye ulaştırılmadan güvenlik için kontrolünü yapmaktadır) ve kesici hücre (çalışan enerjiyi güvenlik amaçlı kesebilmektedir).

Saha uygulamalarında köşk yapısı için betonarme kalıp oluşturulmaktadır. Yapı bu kalıbın üzerine yerleştirilmektedir. Çatı uygulamalarında, elektrik genellikle trafolar ve OG altyapısı ile iletilmektedir.

Elektrik sayaçları üretilen veya tüketilen enerji miktarını ölçmektedir. Bu enerji miktarı Watt-saat (Wh) cinsinden ifade edilmekte ve tüketilen güç ile zamanın çarpımını vermektedir. İki yönlü elektrik sayacı; bir işyerinde, fabrikada veya evde güneş veya rüzgâr gibi kaynaklardan elektrik üreten cihazları olan aboneleri kapsamaktadır.

Aşırı tüketim durumunda veya gece şebeke kullanılabilir. Bu durum şebekeden elektrik alımı olarak değerlendirilmekte ve çift yönlü sayaç tarafından kayıt altına alınmaktadır. Ters olursa, yani çıktı daha yüksekse, şebekeye aktarılabilir. Bu durumda, satın alma olarak kabul edilen bir şeyden ağa aktarılan tutar ölçülü olarak indirilebilir.

Tesisten sağlanan güneş enerjisi TEİAŞ trafo merkezine taşınmalıdır. Bu taşıma bir iletim hattı oluşturarak yapılmaktadır. TEDAŞ, GES santralleri için 10 km'lik bir iletim hattı

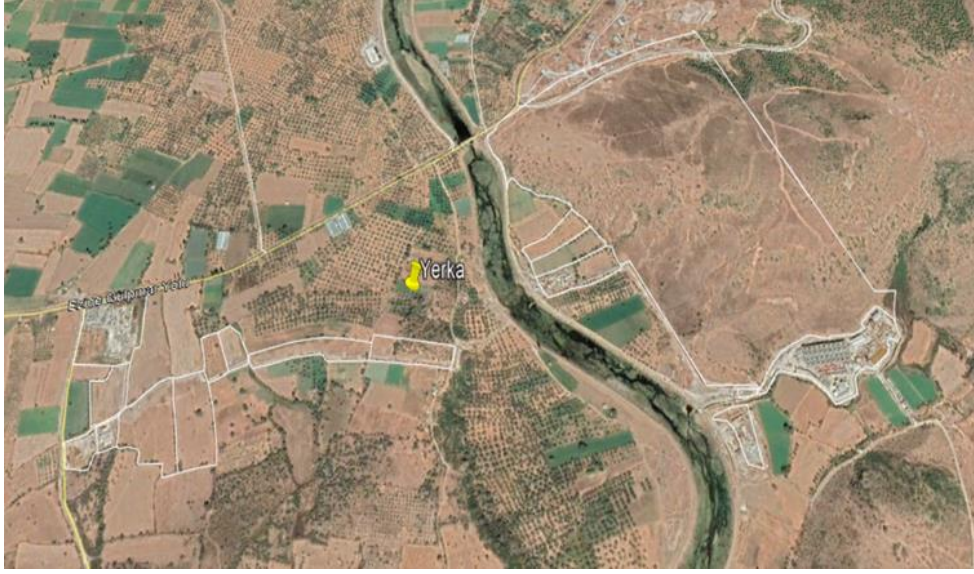
mesafesi planlamıştır. Bu boşluğun nedeni aşıldığında enerji kaybının artmasıdır. Bu bağlamda işletme sahibi açısından tesisatın verimi düşmektedir.

Enerji nakil hattı sistemleri oluşturulurken beton, ahşap veya örme direkler kullanılmaktadır. Bu sayede güç iletimi YG kablo ile sağlanmış olur. Böylece ağırlık sağlanması için gerekli altyapı oluşturulmaktadır.

Enerji sektöründe büyük önem arz eden taleplere hızlı ve etkin bir şekilde cevap verebilecek sistemler geliştirilmektedir. "Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama" (SCADA), bir "Merkezi Denetleyici Kontrol ve Veri Toplama" sistemidir. SCADA sistemi temel olarak yazılımlardan oluşmaktadır. Diğer yandan işlevi, geniş bir alana dağılmış olan kurulumların farklı cihazlarla (bilgisayar, cep telefonu, tablet vb.) tek bir merkezden izlenmesine yardımcı olmaktadır.

Bir güneş enerjisi santralinde sistem güvenilirliğinin ve performansının izlenmesi en önemli konulardan biridir. Bu kapsamda güneş enerjisi santrallerinin performansının izlenmesi, verimliliğin artırılması ve bakım maliyetlerinin düşürülmesi için SCADA ve uzaktan izleme sistemleri büyük önem taşımaktadır.

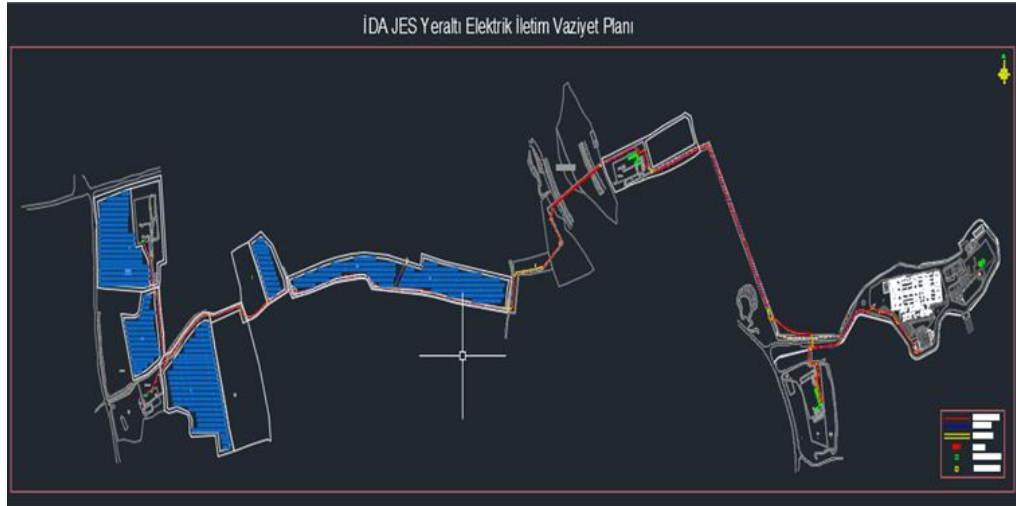
Bu bölümde detayları verilecek ve sözü edilen uygulamalara uygun yapılan YERKA Jeotermal'in mevcut kurulu gücü 11,75 MW'tır. Hesaplarda mevcut santralin iç ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir. Çanakkale ili Ayvacık ilçesi Kocaköy Mahallesinde 39.552484 Enlem 26.150365 Boylam'da bulunan Yerka Jeotermal'e ait 5,95 MW'lık Hibrit GES örnek bir zemin montajı modellenen ve kurulum aşamasında yapılması gerekenler listelenecektir. Biyoçeşitlilik için öncelikle toprak özelliklerinin belirlenmesine; arazinin cinsine ve gerekli hesaplamalara, arazinin eğimine, çevresine veya üzerine gölge oluşturabilecek engellerin bulunmamasına ve güney yönüne dikkat edilmelidir. Bunun için saha araştırması gereklidir. 1 MW kurmak için, çeşitli faktörler dikkate alındığında yaklaşık 15.000 m² arazi gereklidir. Fizibilite çalışması için arazi ile ilgili bilgiler toplandıktan sonra, güneş enerjisi santrali fizibilite hesabına geçilmelidir. Fizibilite çalışmasında bölgenin güneş enerjisi potansiyeli ve yatırımın amacı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu örnekte sistem, tüketici fazlasının devlete yetkisiz satışı esas alınarak oluşturulmuştur.



Şekil 3. 9: Proje Sahasının Koordinatlarının Belirlenmesi

Kaynak: GoogleEarth

Fizibilite çalışmasına başlamadan önce tesis edilecek alanın koordinatları belirlenmekte ve buna göre simülasyon program verilerine eklenmektedir. Simülasyon programında hesaplanan verilere göre Çanakkale/Ayvacak bölgesindeki 5.95 MW kurulu %1 eğimli arazi, 11.232 güneş paneli ve 250 kW güç frekansında 18 inverter ile yılda yaklaşık 9.191 MWh elektrik üretebilmektedir. PVsyst simülasyon çalışmasında Çin malı Jinko marka 530 W çerçeveli güneş panelleri ve Çin malı inverterler yapılmıştır.



Şekil 3. 10: Yeraltı Elektrik İletim Vaziyet Planı

Arazilerin belirlenmesi ve panel inverter seçiminden sonra yapılacak işlemler, saha yerine uygun pano ve köşklerinin yerlerinin belirlenmesi; kurulum yerine ve sahaya uygun kablo planı; Jeotermal santrali ile GES entegre edilecek SCADA çalışma planı; haberleşme,

kamera ve aydınlatma hatlarının belirlenmesi; enerji nakil hattı güzergahı ve tipinin belirlenmesidir.

Yatırımcı kuruluş Yerka Elektrik Üretim A.Ş.'dir. Yerka GES ise 4.500 kWe AC gücünde arazi uygulamalı fotovoltaik paneller ile güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirecek ve şebekeye uygun voltaj ve frekansta sistemi besleyecek üretim istasyonudur. Bu projenin gerçekleşmesi sonucu Yerka Elektrik Üretim A.Ş. üretilen enerjiyi kendi sisteminde kullanabilecek ayrıca güneş enerjisi doğa dostu bir enerji türü olup, çevre temizliğine ve ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Santral, sisteme 2.500 kVA ve 2.000 kVA trafonun OG barasından bağlanacaktır. Sistemin enerji ölçümü, santralin kendisine ait TR binasındaki ölçü hücresinden yapılacaktır. Ölçü hücresinde çift yönlü ve uzaktan izlemeye uygun sayaç yer alacaktır. Aynı zamanda üretilen enerjiyi üretimi ölçme amaçlı ADP panosunda tek yönlü sayaç yer alacaktır.

Santral sahasında jeotermal üretim tesisi bulunmaktadır ve jeotermalin iç ihtiyacı olan enerji yeni kurulacak olan GES santralinden sağlanacaktır. Santralde her biri 530 W gücünde 11.232 adet monokristal yapıda fotovoltaik modül yer alacaktır. Panellerin toplam kurulu gücü 5952,96 kWp tır. Paneller gölgeleme yapılmayacak şekilde yerleştirilecektir.

İnvertörlerin 24 adet dizi girişi bulunmaktadır ve invertörlere 24 adet dizi girişi yapılacaktır. Santralde kullanılacak invertörler üç fazlıdır ve çıkışları 800 V gerilimindedir.

Yeni kurulacak GES içerisinde 2 adet AG panosu (STP-1, STP-2) yer alacaktır. Ölçü hücresinde çift yönlü sayaç yer alacaktır. Santrale bağlantı yapılacak panoya yeraltı 10 metre 12x4(1x500) mm² NAYY kablo ile bağlanacaktır.

Paneller her dizinin başında ve sonunda konstrüksiyon sistemine 30x3.5 mm'lik galvanizli şerit ile bağlanacaktır. Konstrüksiyon sistemi 30x3.5 mm'lik galvanizli şerit ile çevrilecek ve birleştirilecek ve bu şekilde topraklama ağı kurulacaktır. Her bir invertör dış kutusu NYAF 1x16 mm kablo ile panolar ise NYAF 1x16 mm ile galvanizli şerit ve topraklama ağına bağlanacaktır. İnvertör toprak kabloları panolardaki eş potansiyel baralarında birleştirilecek ve daha sonra galvanizli şeride bağlanacaktır. Santral sahasında toplam 30 adet 2m 65x65x7 mm topraklama çubuğu yer alacaktır. Proje dosyası içerisinde idari belgeler, hesaplar, paftalar, manyetik ortam CD'si yer alacaktır.

BÖLÜM IV: TEZ KAPSAMINDA YAPILAN ARAŞTIRMALAR VE GELİŞTİRİLEN ÜRÜNLER

Bu bölümde bir holding bünyesinde olan enerji santrali incelenecektir. Bu holding 1980 yıllarına kadar haddecilik sektöründe yer almaktayken, demir çelik ithalatına yönelmiş, 1990 yıllarında Romanya’da Avrupa’nın en büyük gübre tesisinin ortağı olmuş ardından tekstil, kimya gibi sektörlerde yer almıştır.

Bu doktora çalışmasında, bahsi geçen şirketin enerji üretim santralleri için, tıpkı giriş bölümünde örneklerine yer verdiğim saha seçim sürecinin değerlendirilmesi, mevcut alanların güvence altına alınması, fizibilite çalışmalarının yapılması, operasyonel verimlilik sağlanması için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) tekniklerinin entegrasyonu uygulanmıştır. Bu şekilde veri toplama, yönetim, analiz, planlama, tasarım ve verimlilik içeren parametreleri kullanılmıştır.

4.1. Araştırma ve Uygulamanın Amacı ve Kapsamı

Bu doktora çalışmasında, bahsi geçen şirketin tesislerine entegre ettiği “Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması”nın pek çok otomatize edilmiş süreç ve veri entegrasyonu barındırması sayesinde iş yükünü minimize ettiği, sahip olduğu CBS altyapısı ile farklı lokasyonlarda bulunan enerji santrallerinin işletmesel süreçlerini zaman boyutunun yanında coğrafi lokasyon boyutuyla da kayıt altına aldığı uygulama ele alınmıştır. Bu kayıtlar ileriye dönük verimlilik ve süreklilik hesaplamaları için kullanılmıştır. Kullanım kolaylığı bakımından sade oluşu süreçlerin akıcı şekilde yürütülebilmesini sağlamıştır.

Projenin daha bütünsel bir görünümünü sağlayan ve daha sonra verimli bir şekilde paylaşılabilen, yönetilebilen ve farklı paydaşlar tarafından erişilebilen kullanıcıya özel bir platform sağlayan CBS ve YBM entegrasyonu hem proje değerlendirme aşamasında hem de kalite kontrol aşamasında somut faydalar sağlamıştır. CBS ve YBM entegrasyonu ile iş akışları, gelişmiş iş birliği, koordinasyon, görselleştirme, proje tahmini ve çakışma tespiti ile inşa edilmiş tesisler sunmak için bir süreç alanı sağlamıştır.

Proje değerlendirme aşamasında, bu entegrasyon, müdahaleci olmayan önlemler şeklinde bir dizi çözüm sunmuştur. YBM çözümleri, proje tasarım değerlendirmesinin yalnızca maliyet ve zaman açısından etkinliğini sağlamakla kalmamış, aynı zamanda yapısal yük dağılımı ve diğer çeşitli hesaplamaları da sağlamıştır.

Bu araştırmanın temel kazanımlarına odaklanmak gerekirse enerji santrali tasarımına CBS ve YBM verilerinin entegre edilmesine ilişkin bir gösterim sağlanmıştır. Bu anlamda

farklı veri kaynaklarını ve bunların tasarım senaryoları daha iyi yönetebilir/kontrol edebilir. CBS ve YBM verileri arasında anlamlı entegrasyon için yeni bir ontoloji geliştirilmiştir. Geliştirilen ontoloji, gelecekte diğer enerji modelleme yaklaşımlarını desteklemek için yeniden kullanılabilir ve genişletilebilir. Ayrıca, YBM'yi bilmeyen planlamacıların da santral verilerini elde etmek ve simülasyonu gerçekleştirmekte zorlanmayacağı görülmektedir. Veri entegrasyon yaklaşımının gerçekleştirilmesi, enerji modelleyicilerini, enerji simülasyonu için veri toplama ve girdi parametreleri yaratma konusundaki muazzam manuel çalışmalardan kurtaracaktır. Bu, modelleyicilerin orijinal ilkel verileri işlemesine ve bunları kolayca manipüle etmesine yardımcı olmaktadır. Veri gereksinimleri de böyle bir süreçle karşılanmaktadır.

4.2. mC2 Enerji Santralleri Üzerine Araştırmalar

2000'li yılların başından itibaren yenilenebilir enerji sektöründe faaliyet gösteren şirketin, yurt içinde farklı lokasyonlarda yatırımı devam etmekte ve işletmesini yürüttüğü yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı tesisleri bulunmaktadır. Bu çalışmada, şirketin yurt içinde farklı lokasyonlarda işletme süreçlerini aksatmadan devam ettirmek, tesisler arasındaki üretim ve işletmesel açıdan süreçlerin tıkanmadan yürütülmesi için “mC² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması”nı nasıl tasarladığımızı ve tesislerine nasıl entegre ettiği detaylarıyla anlatılmaya çalışılmıştır.

CBS ve YBM entegrasyonu, teknik kurulumların izlenmesinin ve mekânsal veriler kullanılarak enerji tüketiminin izlenmesinin, sürdürülebilir ve enerji açısından verimli inşa edilmiş altyapının sağlanmasına yardımcı olabileceği gözlemlenmiştir. Projeyi takip etmenin, sanal denetimler yapmanın sürdürülebilir proje teslimi için önemli olduğu ve bir projenin yaşam döngüsünün ilk aşamalarında kalite denetimini dahil etmenin ve kalite toleransını belirlemenin önemi anlaşılmıştır.

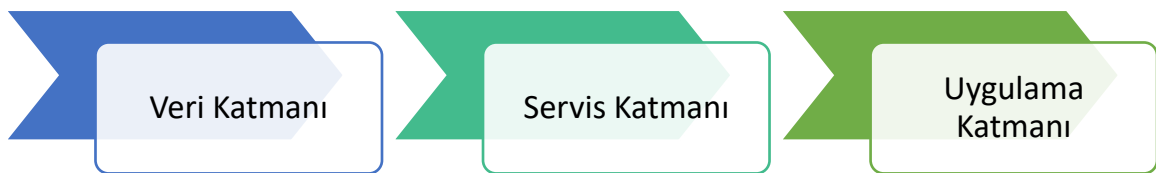
Saha seçiminde, optimize edilmiş yapısal ve enerji tasarımında, proje onaylarının hızlandırılmasında, maliyetlerin azaltılmasında, performans değerlendirmesinde ve daha pek çok aşamada bu entegrasyonun faydaları görülmüştür. İnşaat aşamasında, bu çözümlerin uygulanmasının, çakışma tespiti, saha lojistiği, 4D planlama ve program yönetimi gibi farklı görevlerde fayda sağladığı görülmüştür. Tasarım, inşaat ve operatörler gibi inşaat hizmetleriyle ilişkili tüm paydaşlar arasında entegre çözümlere yönelik kullanıcı talebi artmıştır.

Yer seçimi, enerji tasarımı, yapısal tasarım ve performans değerlendirmesi gibi farklı proje parametrelerine entegre CBS ve YBM çözümlerinin uygulanmasının, bu projenin yaşam döngüsünün plan ve tasarım aşamasında muazzam bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür.

Aynı zamanda entegrasyon sürecinde verilerin birlikte çalışabilirliği, uyumsuzluğu ve anlamsal bilgi kaybının, CBS ve YBM entegrasyonundaki temel zorluklardan olduğu fark edilmiştir. Ortak veri ortamı, yaşam döngüsü bilgi yönetimi ve YBM bileşen oryantasyonu gibi yönler, CBS için bazen uygulamada aksaklıklara neden olmuştur. Entegre çözümlerle bir dijital dönüşüm stratejisinin başarısı, sürdürülebilir proje teslim sonuçlarına ulaşmada çok önemli bir rol oynamıştır.

Uygulamada CBS ve YBM entegrasyonu kullanmanın pek çok avantajı keşfedilmiştir. Kod üretiminde bu entegrasyon bir kavram seti sağlayıp CBS ve YBM verileriyle uyumlu modeller sağlamıştır. Yazılım araçları, ontolojiler sayesinde bilgiler yorumlanıp çıkarımlar yapılabilmiştir. Tanımlanan veri tabanı ve ortak dil sayesinde diğer ontolojilerle ilişkilendirip entegre edilebilmiştir. Yazılımın CBS ve YBM tarafından sağlanan tüm veri tabanının anlaşılabilmesi ve iki alandan gelen verileri kullanarak sorgular gerçekleştirilebilmiştir. Yeni kavramlar ve ilişkiler kolaylıkla ilişkilendirilebilmiştir.

4.3. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulama Altyapısı Tasarımı Katmanlı Mimari



Veri Katmanı: Uygulama MSSQL DB 2015 üzerinde geliştirilmiştir.

Nesne Türü	Nesne Sayısı
Stored Proc.	7
Sistem Tablosu	67
Tablo	40
View	32

Servis Katmanı: HP 5.X ile yazılan JSON formatında input alıp, OUTPUT üreten servisleri mevcuttur. Veri güvenliğini sağlamak için login’de oluşturulan token her servis çağrısında input’a eklenmektedir (EK-A).

Uygulama Katmanı: Framework7 UI kit üzerinde geliştirilen uygulama PHP5.X’te kodlanmıştır (EK-D).

iOS ve Android yerel görünümü ve hissi ile hibrit mobil uygulamalar veya web uygulamaları geliştirmek için ücretsiz ve açık kaynaklı bir mobil HTML çerçevesidir. Ayrıca, ihtiyaç duymanız durumunda çalışan uygulama prototipini mümkün olan en kısa sürede göstermek için vazgeçilmez bir prototip uygulama aracıdır.

Framework7’nin ana yaklaşımı, HTML, CSS ve JavaScript ile iOS ve Android uygulamaları kolayca ve net bir şekilde oluşturma fırsatı vermektir. Bununla birlikte, Framework7, tüm platformlarla uyumlu değildir. En iyi deneyimi ve sadeliği sunmak için yalnızca iOS ve Google Materyal tasarımına odaklanmıştır. Framework7 ile uygulamalar oluşturmaya başlamak için HTML, CSS ve JavaScript’in temellerinin bilinmesi tavsiye edilmektedir.

Android Playstore üzerinden uygulama indirilebildiği gibi web browser üzerinden de web tabanlı olarak çalıştırılabilmektedir (EK-F). Veri katmanına doğrudan erişimi yoktur, servis katmanı üzerinden veri alışverişi yapmaktadır.

4.4. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi ve CBS Altyapısı Tasarımı

Uygulama santral bazlı hazır konumlara sahip olmakla birlikte çeşitli süreç ve operasyonlarda anlık konum takibi yapabilmekte ve bunları kayıt altına alabilmektedir. Cep telefonu üzerinde çalışması sayesinde mobilite mümkün kılınmıştır. Altyapıda Google MAPS platformundaki Coğrafi bilgi sistemi API’leri kullanılmıştır;

Maps JavaScript API: Web sayfalarında ve mobil cihazlarda görüntülenmek üzere haritaları içeriğe göre özelleştirmeye olanak tanımaktadır. Maps JavaScript API’sı, katmanları ve stilleri, kontrolleri ve olayları, çeşitli hizmetleri ve kitaplıkları kullanarak değiştirebilir dört temel harita türüne (yol haritası, uydu, karma ve arazi) sahiptir.

Directions API: Birden fazla konum arasındaki ulaşım ve yönlendirme hesaplamaları yapmayı sağlamaktadır. Araçla ve yaya olarak özelleştirme imkânı da sunmaktadır.

Distance Matrix API: Kalkış ve varış noktaları matrisi için mesafe ve seyahat süresi sağlayan bir hizmettir. API, Google Maps API tarafından hesaplanan, başlangıç ve bitiş

noktaları arasında önerilen rotaya dayalı olarak bilgi döndürmekte ve her bir çift için zaman ve mesafe değerleri ile bilgi sağlamaktadır.

Elevation API: Yükseklik verileri için yeryüzündeki konumları sorgulamak için basit bir arayüz sağlamaktadır. Ek olarak, yollar boyunca örneklenmiş yükseklik verileri talep edebilir, bu da rotalar boyunca yükseklik değişikliklerini hesaplamaya olanak tanımaktadır. Dünya yüzeyindeki tüm konumlar için yükseklik verileri mevcuttur.

Geolocation API: Mobil istemcinin algılayabileceği baz istasyonları ve WiFi düğümleri hakkındaki bilgilere dayalı olarak bir konum ve doğruluk yarıçapı döndürmektedir. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulamasında en çok kullanılan kütüphanedir.

Servise iletilen istek(request) karşılığında başarılı olması halinde enlem(lat) ve boylam(lng) bilgisinin yanında doğruluk(accuracy) bilgisi de içeren cevap dönmektedir.

```
{
  "location": {
    "lat": 37.421925,
    "lng": -122.0841293
  },
  "accuracy": 30
}
```

Maps SDK for Android: mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Native Android Uygulaması içinde kullanıcıdan konum paylaşma izinleri alınarak doğruluğu daha yüksek ve kesintisiz konum bilgisi alınması sağlanmıştır. Geolocation API'den daha duyarlı olan bu konumlar özellikle bekçi taklip modülünde aktif olarak kullanılmaktadır.

Maps Embed API: Google Maps Haritalarına uygulama içinden veya raporlardaki linkler üzerinden hızlı ulaşım sağlamaktadır.

4.5. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Veritabanı Tasarımı

EK-H'de gösterilmiştir.

4.6. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması Geliştirilmesi

Uygulama temel olarak kullanıcı giriş menüsü, giriş sayfası, üretim, operasyon ve kullanıcı bilgilerinin olduğu ana menülerden oluşmaktadır (EK-I).

4.6.1. Kullanıcı Giriş ve Üretim Raporları Geliştirilmesi

mC² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması kullanıcı giriş menüsü, uygulamaya girecek her personelin mail adresi ve şifresini girmesini sağladığı ayrıca personelin şifresini değiştirmesini sağlayan sekmenin bulunduğu menüdür (EK-I).

mC² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması'nda kullanıcı girişini sağladıktan sonra, uygulama giriş ekranı kullanıcıyı karşılamaktadır. Bu menüde holding bünyesindeki enerji santrallerinin bulunduğu lokasyonlarındaki günlük/saatlik hava durumu raporu bulunmaktadır. Ayrıca bu menüye tesisler ile ilgili diğer bilgilerin eklenebileceği sekmeler bulunmaktadır.

Üretim Raporları Menüsü

Holding bünyesinde bulunan tüm enerji santrallerinin, üretim raporlarının görülebildiği menüdür. Üretilen enerjinin MW cinsinden değeri ve satışı yapılan elektrik enerjisinin Türk lirası ve dolar kurundan karşılığını kullanıcıya yansıtmaktadır. Menüün ana ekranında şirket bünyesinde bulunan tüm enerji santrallerinin üretim raporları görülebildiği gibi, alt sekmelerinde enerji santrallerinin günlük, aylık, yıllık satışlarını ve ortalama satışları kullanıcıya yansıtmaktadır. Kullanıcıya aktarılan satış bilgileri, üretilen enerji miktarını sayaç okuma sisteminden (OSOS) almaktadır (EK-I).

EPIAŞ sisteminden ise enerji fiyatlandırmasını gün öncesi ve gün içi fiyatlandırmasını kendi içerisindeki algoritmaya göre hesaplayarak gün içerisinde üretim menüsü ekranına aktarmaktadır. Ayrıca bu menüde enerji santrallerinde çalışan ilgili personel, vardiyada gerçekleşen durumları duyuru şeklinde yayımlayabilmektedir.

4.6.2. Operasyon Modülü Geliştirilmesi

mC² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması'nda operasyon menüsünde, araç takibi, vardiya çalışma defteri, bakım-kontrol menüsü, üretim girişleri ve revizesi, gölet seviye giriş seviyesi, bakım planı, satın alma işlemleri, finans, insan kaynakları, duyuru, dijital arşiv ve sistem yönetim alt sekmelerinin bulunduğu menüdür (EK-I).

4.6.2.1. Araç Takip

mC² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması'nda operasyon menüsü alt sekmesinde yer alan araç takip sistemi farklı lokasyonlarda bulunan tesisler bünyesinde yer alan araçların gittiği lokasyonların, kilometre takibinin ve araç ile görevlendirilen personelin

görülebildiği menüdür. Ayrıca bu menüde ilgili personel yeni araç görevi açabileceği gibi açık olan görevler de görülebilmektedir.

CBS altyapısını kullanılarak Google Maps entegrasyonları ile hem sürücü ve araç güvenliği hem de kullanım verimliliği takip altına alınmıştır (EK-I).

4.6.2.2. Vardiya Çalışma Defteri

mC² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması'nda ilgili personel vardiyada gerçekleşen olayları santral adı, tarih, saat, açıklama ve çalışma tipini girerek yayınlamaktadır. Ayrıca ilgili personel, geçmişe yönelik çalışmaları santral adı ve istenilen tarihi seçerek görebilmektedir (EK-I).

4.6.2.3. Bakım Kontrol

mC² Uygulaması Bakım – Kontrol menüsü başlığı altında ilgili personelin tesislerde sahada gerçekleşecek bakım planlarını oluşturduğu, proste yer alan ve sisteme tanımlı ekipman için makine takip kartı oluşturabildiği ve sahada yaptığı gözlemleri bu uygulama üzerindeki formlara aktarabildiği menüdür. Bu menüde bakım planı, makine takip kartı, arıza bildirimi, hidroelektrik santralleri saha kontrol formları, dizel jeneratör kontrol takip çizelgesi, trafo kontrol formu, enerji nakil hattı kontrol formu, TSKB aylık rapor formu, test formu bulunmaktadır. Uygulamaya ilgili enerji santraliyle ilgili farklı formlar da eklenebilmektedir.

Farklı lokasyonlarda bulunan santralleri takip etmenin yanında CBS sayesinde santral bünyesindeki dahili (jeneratör, trafo vb.) ve harici (direkler, gölet havuzları, yollar vb.) ekipman ve unsurların bakım ve kontrolleri uzun dönemli olarak sistemde kayıt altına alınmaktadır. Bu kayıtlar felaket kurtarma senaryolarının hazırlanmasında, denetim hazırlıklarında, hata önleme faaliyetlerinde ve yatırım planlamalarında hayati öneme sahiptir. Üst yönetici ve denetçiler açısından coğrafi katmana sahip olmak büyük resmi daha net görme imkânı sunmaktadır.

Bakım Planı: Bu formda ilgili tesis için bakım planı oluşturulabildiği gibi personel üzerine tanımlı bakımlar ve geçmiş tarihte yapılan tüm bakımların takibi yapılmaktadır. Yapılan tüm bakımlar hangi tesiste yapılmış ise o tesisin sekmesi altında aratılarak takibi yapılmaktadır.

Bakım planı oluştururken ilgili santral ve bakımın santralin hangi bölümünde yapılacağının seçimiyle başlar ve bakımı yapacak personeller tanımlandıktan sonra tarih seçimiyle biter. Birden çok elektrik üretim tesisi veya prosesinde birçok ekipmanı bulunan

diğer tesislerde yapılacak bakımların takibini kolaylaştırdığı gibi zamandan da büyük oranda tasarruf ettirecek bir uygulamadır.

HES Saha Kontrol Gözlem Formu: Bu formda HES'te bulunan üniteler ile ilgili işletmesel açıdan önemli noktaların bulunduğu ve ilgili saha personelinin gözlemlerini uygulamaya aktaracağı şekilde düzenlenmiştir.

Dizel Jeneratör Kontrol Takip Çizelgesi: Bu formda ilgili tesiste bulunan dizel jeneratörler ile ilgili işletmesel açıdan önemli noktaların bulunduğu ve ilgili saha personelinin gözlemlerini uygulamaya aktaracağı şekilde düzenlenmiştir.

Trafo Kontrol Formu: Bu formda ilgili tesiste bulunan trafolar ile ilgili işletmesel açıdan önemli noktaların bulunduğu ve ilgili saha personelinin gözlemlerini uygulamaya aktaracağı şekilde düzenlenmiştir.

Enerji Nakil Kontrol Formu: Bu formda ilgili tesisin enerji nakil hattıyla ilgili işletmesel açıdan önemli noktaların bulunduğu ve ilgili saha personelinin gözlemlerini uygulamaya aktaracağı şekilde düzenlenmiştir.

TSKB Aylık Rapor Formu: Türkiye Sınai Kalkınma Bankası'nın istediği konular ile ilgili maddelerin olduğu ve belirli aralıklar ile uygulama üzerinden doldurulmasını sağlayan formdur.

Bekçi Takip Formu: Günün belli saatlerinde personeller tarafından yapılan fiziki kontroller takip formu ile kayıt altına alınırken, personelin telefonundan GPS konumları alınarak CBS altyapısına kaydedilmektedir. Hem personelin yaptığı devriye, kontrol altına alınmakta hem de olası sorunlarda nokta atışı olay yeri tespiti yapılabilmektedir. Geriye dönük incelemelerde ise zaman ve coğrafi konum boyutu birleşince analizler çok daha sağlıklı yapılabilmektedir.

4.6.2.4. Üretim Giriş / Revize

mC² Uygulaması operasyon menüsü başlığı altında bulunan ve üretim girişi ile girilen üretimlerin revize edilmesini sağlayan menüdür. Bu menüde ilgili santral ve tarih seçimi yapıldıktan sonra seçilen tarihe göre üretimler gözlemlenebilir (EK-I).

mC² Uygulaması operasyon menüsü başlığı altında bulunan gölet seviyesi girişi, hidroelektrik santrallerinde bulunan gölet seviyesinin ilgili tarihlerde gölün su kotunun metre cinsinden kaydedilmesi için kullanılmaktadır.

4.6.2.5. Satın Alma ve Finans

mC² Uygulaması operasyon menüsü başlığı altında bulunan satın alma menüsünde personelin yetkisi dahilinde ise ilgili santral için satın alınması gereken ekipmanlar için yeni satın alma talebi oluşturabileceği menüdür. Bu menü altında tarih seçildikten sonra satın alınacak ekipmanın adı, miktarı, tahmini fiyatı girildikten sonra satın alma talebi oluşturulmaktadır. Ayrıca satın alma talebi menü altında daha önceki taleplerin takibinin yapılabileceği satın alma taleplerim adında bir menü daha mevcuttur (EK-I).

mC² Uygulaması operasyon menüsü başlığı altında bulunan finans menüsünde yeni ödeme takiplerinin ilgili şirketler için açılabilirdiği ve takip edilmesi gereken ödeme planlarının görülebildiği menüdür.

4.6.2.6. İnsan Kaynakları ve Duyurular

mC² Uygulaması operasyon menüsü başlığı altında bulunan insan kaynakları menüsünde kullanılan ve kalan izinlerin görüldüğü, yeni izin taleplerinin oluşturulduğu, talebi oluşturulan izinlerin izlenebildiği ve avans talebinin oluşturulup takibinin yapılabildiği menüdür (EK-I).

Personel bu menü altında izin talebini oluştururken kullanılacak iznin türüne belirleyip, yerine vekâlet edecek personeli belirledikten sonra, bağlı olduğu amiri seçerek sisteme kaydeder. İzin talebinin geçerli olması için ilgili amirin izin talebini onaylaması gerekmektedir.

mC² Uygulaması operasyon menüsü başlığı altında bulunan duyuru menüsü ile yeni duyurularının oluşturulabilirdiği ve geçmiş duyurularının gözlemlenebildiği menüdür. Personel ilgili santralin seçimini yaptıktan sonra açıklamayı yazarak duyuruyu kaydetmektedir.

Girilen duyurularda kritik önem sahip olanlar santral konum bilgisiyle CBS altyapısına kaydedilmekte ve anlık olarak santral sorumlusu personellere iletilmektedir.

4.6.2.7. EKYS Dokümanları, Dijital Arşiv ve Sistem Yönetimi

mC² Uygulaması operasyon menüsü başlığı altında bulunan EKYS dokümanları menüsü içerisinde şirket kurallarını açıklayan el kitabını, kalite, çevre, iş sağlığı, enerji politikasını ve organizasyon şemasını barındırmaktadır (EK-I).

mC² Uygulaması operasyon menüsü başlığı altında bulunan dijital arşiv menüsü kayıt altında tutulması gereken dosya ve önemli evrakların saklanması için olanak sağlamaktadır.

Ayrıca bu menü altında kişisel olarak yüklediğiniz dosyaları ve yüklenen tüm dosyaları görebileceğiniz ayrı iki sekme mevcuttur.

Arşivlenen belge ve resimlere konum bilgisi doğrudan veya santral bünyesindeki alt lokasyonlarla (ünite, direk, yol vb.) ilişkilendirilerek CBS altında kaydedilmektedir. Örneğin bir heyelan fotoğrafında ilişkili konum sayesinde net olarak olay yeri ve zamanı tespit edilebilmektedir.

mC² Uygulaması operasyon menüsü başlığı altında bulunan sistem yönetimi sekmesi mC² Uygulamasına yeni kullanıcı ekleme, olan kullanıcı bilgilerini düzenleme, santral ve ünite bilgilerini düzenleme, yeni araç ekleme, sisteme tanımlı araç bilgilerini düzenleme vb. işlemlerin yapılabilmesine olanak tanımaktadır.

mC² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması'nda sisteme giriş yapan ilgili personelin bilgilerini gösteren ve uygulamadan çıkış yapmasını sağlayan menüdür.

4.7. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Robot Uygulaması Geliştirilmesi

Microsoft Visual Studio'da C# diliyle robot uygulaması geliştirilmiştir. EPIAŞ, OSOS gibi son kullanıcıya web servis sunmayan ancak web siteleri üzerinden kullanıcıların manuel girişle veri girişi ve rapor almaları mümkün olan kaynaklardan otomatik olarak veri girilebilmesi, otomatik olarak rapor hazırlanabilmesi, rutin rapor gönderimleri için geliştirilmiştir. Günlük olarak firmanın lokasyonunda çalışmaktadır.

Robot Uygulaması Temel Fonksiyonları

- Santrallere ait EPIAŞ Plan Bilgilerinin Alınması
- EPIAŞ Fiyat Bilgilerinin Alınması
- Merkez Bankası Kur Bilgilerin Alınması
- OSOS Üretim Verilerinin İlgili Sitelerden Çekilmesi (Tüm Santraller İçin)
- Dijital arşiv dosyalarının yedeklenmesi
- Yıllık, Aylık, Günlük üretim hesaplamaların yapılarak hazırlanması
- Raporların Hazırlanması ve İlgililere Gönderilmesi.

ID	OSOS Kaynak	Site Url
1	ADM	https://osos.admelektrik.com.tr/welcome1/html/index.jsp
2	AKEDAS	https://osos.akedas.com.tr:446/Login.aspx
3	GDZ_GES	http://arilportal.gdzelektrik.com.tr
4	OSMANGAZIEDAS_GES	http://osos.osmangaziedas.com.tr/

5	AKEDASDAGITIM	https://ososportal.akedasdagitim.com.tr:1005/#/HomePage
6	ADM2	https://ososportal.admelektrik.com.tr/
7	BEDAS	https://osos.bedas.com.tr/osos/login.iface

Robot Uygulamasının Altyapısı

Robot uygulaması işlemlerini insanı taklit ederek yapmakta, bunun için Selenium kütüphanesini kullanmaktadır (EK-J).

4.8. mC² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Android Uygulaması

Android Studio ile webview mantığında java uygulaması geliştirilmiştir. Google Developer Programı'na kaydolunarak apk uzantılı uygulama publish edilmiştir (EK-K).

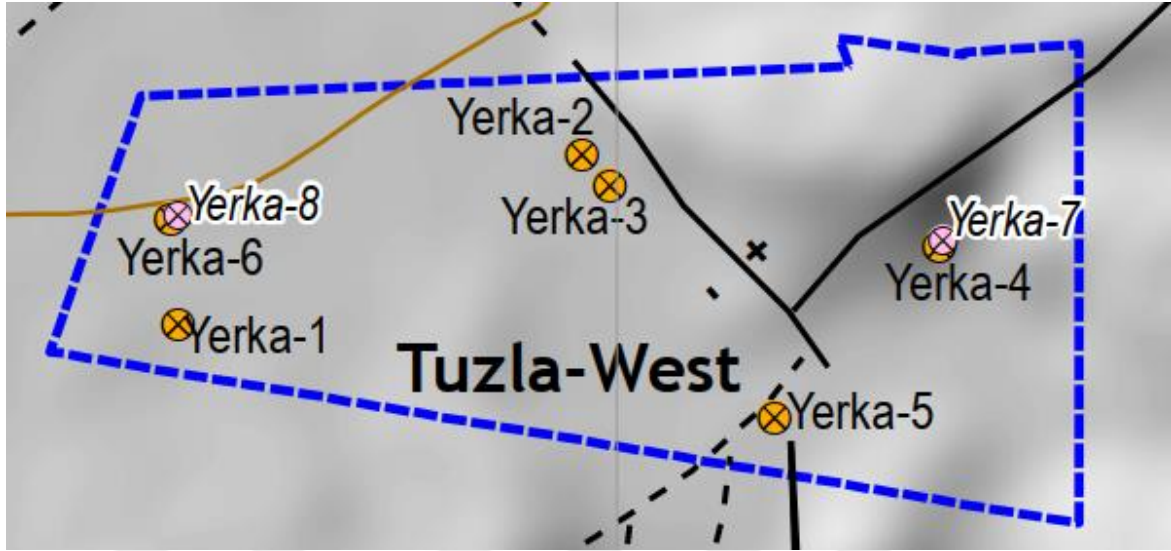
4.9. Jeotermal Santral Kurulumu Tasarımı ve Uygulanması

Jeotermal elektrik santrallerinin kurulumları çeşitli faktörler nedeniyle son yıllarda ülkemizde yaygınlaşmıştır. Jeotermal kaynakların yaygın olduğu ülkeler, elektrik üretimi için yakıt ithal etmek yerine kendi kaynaklarını geliştirmeyi arzulamışlardır. Ayrıca jeotermal çevresel faydaları ve ünite kapasitelerinin diğer santrallere göre daha küçük de olması nedeniyle tercih edilen bir enerji üretim alternatifi haline gelmiştir. Jeotermal santraller, fosil yakıt kullanan santrallerden çok daha hızlı inşa edilebilir. Ancak, herhangi bir JES'in inşaattan önce, çevre üzerinde minimum etki ve yatırımcılar için maksimum ekonomik fayda sağlayacak şekilde elektrik üretmek için bazı gereksinimleri bulunmaktadır. Temel olarak bir JES'in yerinin belirlenmesinde, gereksinimlerin dikkate alınarak, kullanım yapıları için en iyi alanları belirleme amacı dikkate alınmaktadır.

Türkiye'nin Marmara Denizi'nden, Ege Denizi'ne açılan Kuzeybatı bölgesindeki İDA Jeotermal Elektrik Santrali sahasındaki potansiyel santral sahalarının bulmak için CBS karar verme aracı olarak kullanılmıştır. Böylece santralin genişleme, yeni potansiyel kuyuların açılma ihtimalleri de göz önüne alınarak jeotermal elektrik santrali kurmak için en uygun yer belirlenmiştir. Alandaki verileri ve yer seçimi projesi için gerekli veri katmanları hakkında kapsamlı bir çalışma yaptıktan sonra, öncelikle 1/25.000 ölçekli JES yerleşimi için mevcut veri katmanlarını kategorize edilmiştir.

Sosyoekonomik veri setini (nüfus merkezleri ve arazi kullanımı), fiziksel veri setini (eğim, faylar, hakim rüzgâr yönü) ve teknik veri setini (kuyu lokasyonları ve ulaşım yolları) belirlenmiştir. Bu CBS yönteminde katmanlarından faktör haritaları oluşturulmuş ve daha sonra faktör haritalarının birleştirilmesi ile santral lokasyonu belirlenmiştir.

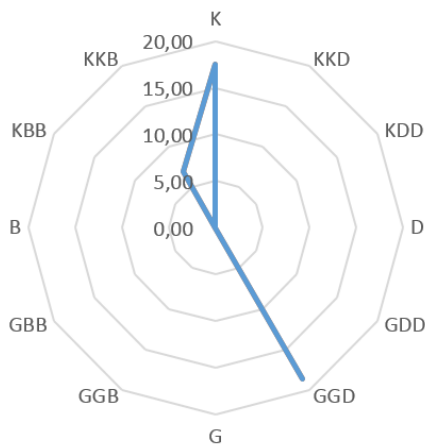
aşamada ayrıca ilerde açılacak muhtemel yeni kuyular için fay hatları güzergâhı da göz önüne alınmıştır.



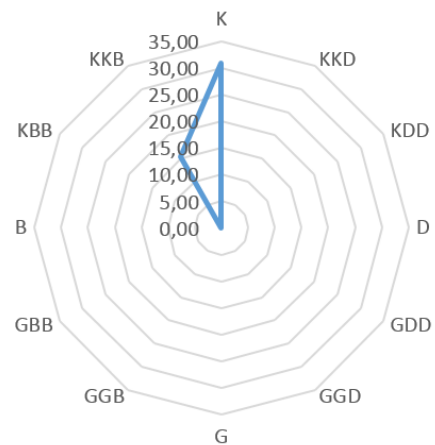
Şekil 4. 3: Fay Güzergahları

Santralin en yüksek verim ile çalışabilmesi için 2014 – 2017 yılları arasındaki rüzgâr hızı verileri dikkate alınarak hakim rüzgâr yönü tespit edilmiştir. Yıllara göre hakim rüzgâr yönlerinde kısmen de olsa değişiklikler gözlemlense de bölgede ağırlıklı olarak Kuzey – Güney ve Kuzey-Batı – Güney-Doğu yönlerinde rüzgârların ağırlıklı olarak görüldüğü anlaşılmıştır. Lokasyon seçiminde santralin hakim rüzgâr yönü doğrultusunda yerleşimine özen gösterilmiştir.

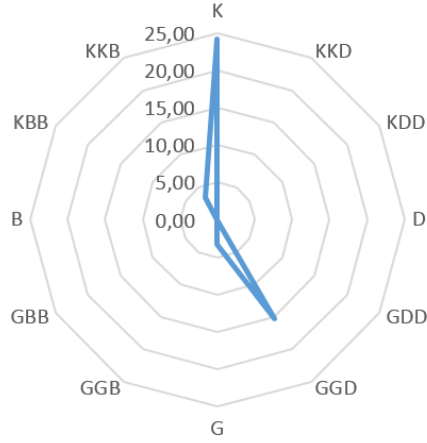
AYVACIK - HAKİM RÜZGAR YÖNÜ - 2014



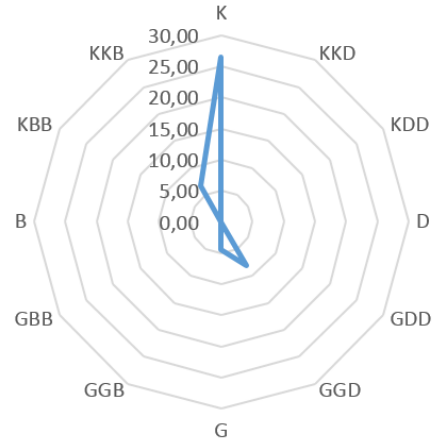
AYVACIK - HAKİM RÜZGAR YÖNÜ - 2015



AYVACIK - HAKİM RÜZGAR YÖNÜ - 2016

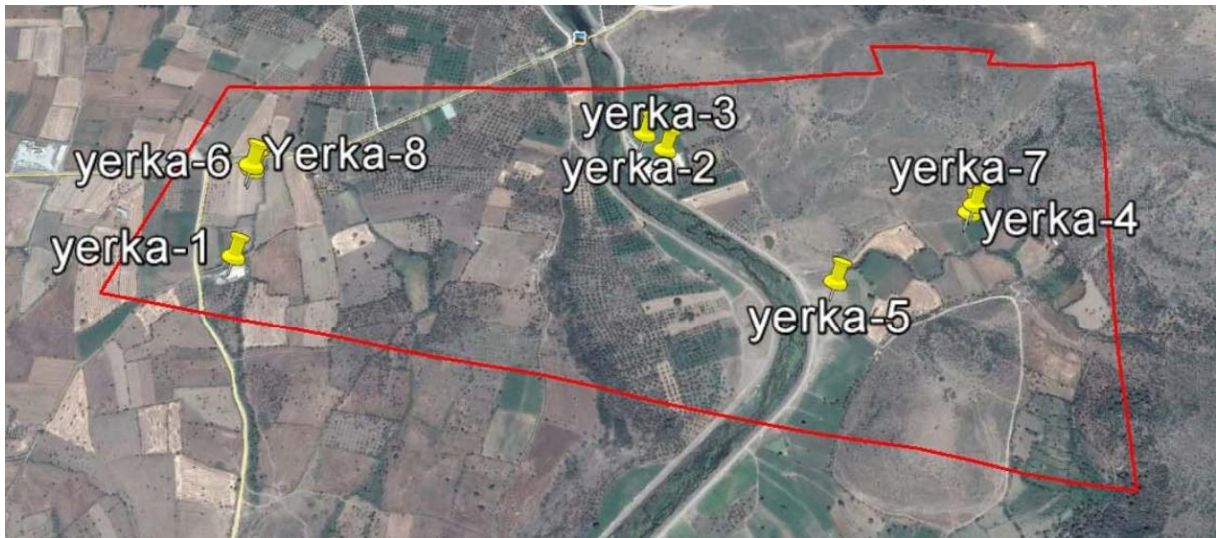


AYVACIK - HAKİM RÜZGAR YÖNÜ - 2017

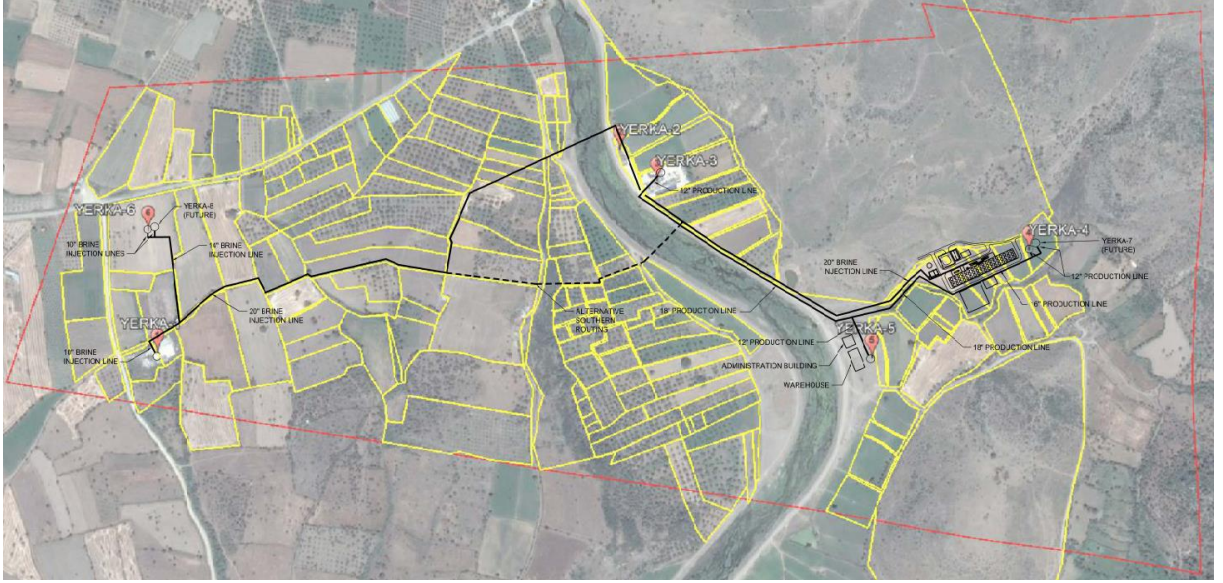


Şekil 4. 4: Çanakkale İli, Ayvacık İlçesi Hakim Rüzgâr Yönü

Santral lokasyonu seçiminde üçüncü olarak teknik veri setlerini (kuyu lokasyonları ve ulaşım yolları) göz önüne alınmıştır. Santral lokasyonu kuyular açıldıktan sonra belirlendiğinden, boru hatlarının maliyetlerinin optimum düzeyde tutulması hedeflenerek yer seçiminde kuyu lokasyonlarına olan uzaklıkları dikkate alarak değerlendirme yapılmıştır. Lokasyonun gerek üretim gerekse enjeksiyon kuyularına olan uzaklıklar boru güzergahı da dikkate alındığında en az basınç kaybına ve en düşük maliyete sebep olacak şekilde seçilmiştir.



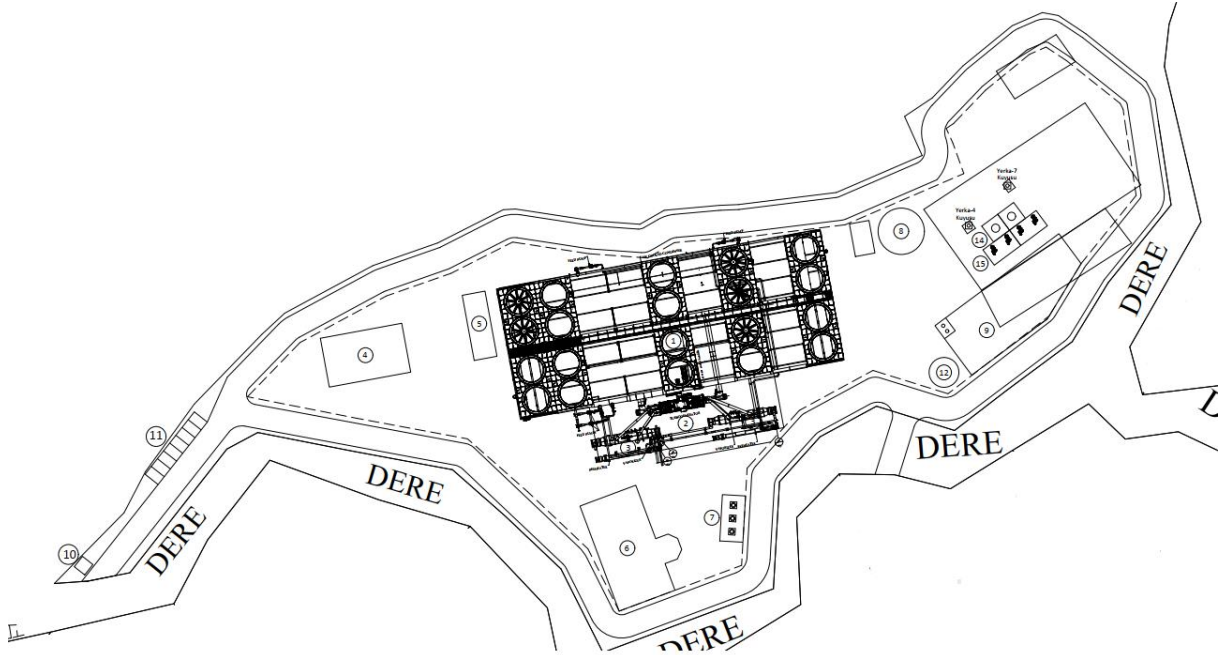
Şekil 4. 5: İDA JES Kuyu Lokasyonları



Şekil 4. 6: İDA JES Boru Hattı Güzergahı Taslağı

Dikkate alınan diğer hususlar ile santral yapım sürecinde ekipmanların kolaylıkla santrale ulaşabilmesinin de göz önünde bulundurulması gerekmiştir. İDA JES santral lokasyonunda bu hususu da dikkate alınmıştır.

CBS’de dikkate aldığım sosyoekonomik, fiziksel ve teknik veri setleri ile santral lokasyonu Yerka-4 ve Yerka-7 kuyularının bulunduğu bölge olarak seçerek santral tüm verileri dikkate alarak yerleşimi Şekil 4.41’deki gibi yapılmıştır.



Şekil 4. 7: İDA JES Santral Genel Yerleşimi

SONUÇ VE ÖNERİLER

Geçmişte enerjiye duyulan ihtiyaç ile günümüz ve gelecekte duyulan ihtiyaç arasındaki uçurum her geçen gün artan popülasyon ve buluşlarla daha da artmaktadır. Hayatın giderek modern bir tarzda seyir izlemesi ile insanların özellikle elektrik, doğal gaz gibi enerjiye duydukları ihtiyaç çeşitlenmekte ve farklılaşmaktadır. Bu enerji ihtiyacının farklı bir şekilde insanoğluna kazandırılması artık bir zorunluluk halini almıştır. En çok kullanılan enerji olan elektrik ve doğalgaz ihtiyacının hali hazırdaki kaynaklardan elde edilmesinin ömrü her geçen gün azalmakta yeni kaynaklar ile bu enerji sisteminin insanların ihtiyaçlarına sunulması çabası verilmektedir. Bu yenilenebilir enerji kaynakları gerek insan sağlığına gerek çevreye ve gerekse de işgücü ve istihdama katkısı gibi nedenler yüzünden döngünün devam etmesini gerekli kılmaktadır.

Sanayi Devrimi'nden bugüne enerji alanında teknoloji, sürdürülebilirlik ve verim gibi konular her daim başat rol oynamıştır. Kıt olduğu bilinen kömür, petrol gibi konvansiyonel kaynakların rezervleri, her 5-10 yılda muteber kurumların raporlarıyla açıklanmaktadır. Fakat söz konusu durum, talep atışını karşılamak için yetersiz kalmakta ve yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyacı da gün yüzüne çıkarmaktadır. Sanayi Devrimi'nden bugüne konvansiyonel kaynaklar için gerekli olan verimli kullanım ve sürdürülebilirlik kavramları, yenilenebilir enerji kaynakları için de teknolojiyle birlikte kullanılmaya başlamış, süreçlerin ayrılmaz bir parçası olmuştur. Bu anlamda bu çalışma çok yönlü bir çalışma olmakla beraber, çok sayıda tesisin verimli uygulamalarla nasıl entegre edilebileceğine dair alanında bir örnek sunmaktadır.

Dış ticaret, enerjide dışa bağımlılığa yol açan ülkelerde fosil kaynakların bulunmaması veya yetersiz kalması sorunu gündeme gelmektedir. Bu da yenilenebilir enerjiye yatırımı zorunlu kılmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar sadece enerji üretimi ile sınırlı kalmayacak, enerjide dışa bağımlılık, enerji güvenliği ve istihdam gibi sorunlara da çözüm sağlayacaktır.

Başta Uluslararası Enerji Ajansı olmak üzere pek çok kuruluş, önümüzdeki on yıllar için çeşitli senaryo ve raporlar hazırlamaktadır. Hazırlanan bu senaryo ve raporlar; enerji talebinin nasıl gelişeceği, bölgeler ve ülkeler bazında arz ve talebin nasıl değişeceği, bu gelişim ve değişimin ayrı ayrı enerji kaynakları temelindeki muhtemel seyri, küresel ısınma ve iklim değişikliği riskleri, talebin karşılanması için gereken yatırımlar gibi konuları kapsamaktadır.

Bu çalışmada, alanlarında muteber kabul edilen Uluslararası Enerji Ajansı, ABD Enerji Bakanlığı ve British Petroleum gibi pek çok kurum ve kuruluşun rapor ve çalışmalarına atıfta bulunularak, başta Çin, Rusya ve ABD olmak üzere, petrol, kömür ve doğal gaz gibi konvansiyonel enerji alanındaki durum, maliyet kıyaslamaları, teknoloji, rezerv ve gelecek öngörülerini paylaşılmıştır. Nükleer enerji ayrı bir başlık olarak değerlendirilmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarını rüzgâr, gelgit, hidrojen, hidro, jeotermal, güneş ve biyoenerji ve bunların alt sınıfları olarak sınıflandırılmıştır. Çin, Rusya, ABD gibi büyük enerji üreten ve tüketen ülkelerin enerji politikalarına değinilmiştir.

Yenilenebilir enerji ile başlayan dönem, yeni enerji düzeni olarak adlandırılmış; enerji dönüşümü kavramının tarifi yapıp, bu anlamda Avrupa Birliği'nin yol haritası paylaşılmıştır. Küresel iklim krizi, enerji verimliliği, enerji tasarrufu, yeni enerji teknolojileri gibi alt başlıklarla beraber, her bir yenilenebilir enerji kaynağı için ayrı değerlendirme yapılmıştır.

Türkiye özelinde mevcut enerji görünümünü konvansiyonel ve yenilenebilir enerji kaynakları için ayrı ayrı irdelenerek, artan enerji talebinin sektörlere ve kaynaklara göre dağılımına yer verilmiştir. Enerji talebindeki artışta etkili olan unsurlara, enerjide dışa bağımlılığa, yenilenebilir enerji gelişimi ve şebeke uyumuna, Türkiye'nin enerji potansiyeline değinilmiştir.

Bu çalışmanın yazım aşamasında gerçekleşen Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Belgesi, Yeşil Enerji Tarifesi, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası gibi alanlara da yer verilmiştir.

Yeni enerji düzeninin bir parçası olarak dijitalleşme, düşük karbonlu büyüme, dağıtık üretim, hibrit santraller, bataryalı depolama, akıllı şebeke ve nesnelerin interneti, enerji verimliliği gibi başlıkların önemi üzerinde durulmuştur.

Teknolojinin temeli olarak değerlendirilebilecek bilgi sistemlerinin tarifi yapılarak işleyişinden bahsedilmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin farklı tanımları yapılarak, bileşenlerine, özelliklerine, veri yapısına, kullanım alanlarına, Web tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri'ne (CBS) detaylı olarak değinilmiştir.

Özellikle, kullanıcıların mekânsal verileri minimum çabayla yayınlamasına ve paylaşmasına izin veren bir harita sunucusu olan GeoServer'dan ve Java, Apache Tomcat, Vaadin, ORM, Hibernate, Spring, Maven, Postresql, Postgis, OpenLayers, Open Street Map,

Katmanlı Mimari, QGIS gibi diğer platformlardan bahsedilmiştir. Web tabanlı CBS'nin küresel erişim, düşük maliyet, platformlar arası geçiş yeteneği, kullanım kolaylığı gibi avantajlarının önemi vurgulanmıştır.

Bu çalışmanın temel noktalarından biri olan mekânsal düşünme ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin yenilenebilir enerjiye entegrasyonu konusuna giriş yapılarak yenilenebilir enerji santrallerin kurulacağı alanların analizinde etkin teknik, ekonomik ve çevresel kriterlerin tespit edilmesi ve CBS destekli enerji santrali saha analizi için uygulanan yöntemleri ortaya koymak amacıyla mevcut literatürdeki önceki çalışmalara yer verilmiştir.

Geniş anlamda, Yapı Bilgi Modellemesi'nin (YBM) tarihsel gelişimi, yeni paradigması, kategorisi ve konsepti, birden fazla tarafın planlamaya, inşa etmeye ve işletmeye dahil olmasını sağlayan bir dizi teknoloji, süreç ve politika olarak tanımlanmasını, artıları ve eksileri detaylandırılmıştır.

YBM'nin Türkiye'deki örneklerinden olan Kabataş–Mecidiyeköy–Mahmutbey metro hattı, İstanbul Yeni Havalimanı, Ankara Etlik Entegre Sağlık Kampüsü, Emaar Square Alışveriş Merkezi Projesi, Niğde Üniversitesi Teknopark, Finanskent (İstanbul) Projesi ile dünyadaki bazı uygulamalarından olan Aviva Stadium ve 11th Avenue gibi bazı projeler hakkında bilgi verilmiştir.

Bununla birlikte YBM hakkında yapılan çalışmalar ile süreçleri, kullanım alanları ile ilgili başlıkları sıralanmıştır. YBM'nin başarılı iş sonuçları sayesinde sürdürülebilir iş ortamı sağlaması, proje süreçlerini kısaltması, karlılığı artırması, inşaat maliyetlerinin azalmasını sağlaması, sözleşmelerde yaşanan anlaşmazlıkları azaltması gibi uzun vadeli; dokümantasyon hatalarının azaltılması, yeni iş geliştirme yetenekleri oluşturmak, üretim hatalarını azaltmak ve tekrarları önlemek, firmaların yeni hizmetler sunmasını sağlamak, özen ve dikkat gerektiren iş akışlarının süresini kısaltmak ve mevcut olanı korumak gibi kısa vadeli faydalardan bahsedilmiştir.

İlerleyen aşamalarda, YBM'nin yönetimi, karşılaşılan sorunlar, gereksinimler ile YBM'nin avantajları ve dezavantajlarına yer verilmiştir.

Yenilenebilir enerjinin kaçınılmaz bir gereklilik olarak ortaya çıkması sonucu, akıllı sistemlerin birbirleri ile entegreli hale getirilmesi de kaçınılmaz hale gelmiştir. Üretilen sistemlerin sistem yapısı ile bilgi döngüsünün birbiri ile örtüşmesi çok partili, çok aşamalı ve farklı disiplinlerin bir arada çalışmasını gerektiren karmaşık bir yapıdır. CBS ve YBM'nin

birlikte çalıştırılmasıyla ortaya çıkan entegre sistem, her ne kadar benzer yönler içerse de farklılıklar, bazı süreçlerin uzamasına neden olabilmektedir.

Birden fazla kriterin bir arada değerlendirilmesi gereken durumlarda başvurulabilecek bir çözüm ve temel bir problem çözme yöntemi olan Çok Kriterli Karar Analizi (ÇÖKA) ile CBS arasında ilişki kurulmuştur. Küçük, basit ve anlaşılır parçalar ve bu parçaları anlamlı bir sonuç elde edilecek şekilde birleştirilmiştir.

Bu ilişki ile Konya ili için en uygun CSP santralini bulmak için CBS-ÇÖKA yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla öncelikle araştırma verileri toplanmış, veriler düzenlenmiş ve işlenmiştir. Konsantre güneş enerjisi santrallerinin kurulması için uygun alanlar belirlenmiştir. Kullanılan kriterler ağırlıklandırılarak kullanım amacına en uygun alanlar ortaya konmuştur.

Uygulama için seçilen holdingin tesislerine entegre ettiği “Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması”, sahip olduğu CBS altyapısı ile farklı lokasyonlarda bulunan enerji santrallerinin işletmesel süreçlerini zaman boyutunun yanında coğrafi lokasyon boyutuyla da kayıt altına almakta; bu kayıtlar ileriye dönük verimlilik ve süreklilik hesaplamaları için kullanılmaktadır. Kullanım kolaylığı bakımından sade oluşu süreçlerin akıcı şekilde yürütülebilmesini sağlamakta, pek çok otomatize edilmiş süreç ve veri entegrasyonu barındırması sayesinde iş yükü en aza inmiştir.

mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması’nın özelliklerine değinilerek içeriğindeki üretim, operasyon, kullanım bilgilerinin olduğu menülerden bahsedilmiştir. Giriş menüsünde holding bünyesindeki enerji santrallerinin bulunduğu lokasyonlarındaki günlük/saatlik hava durumu raporu bulunmakta; üretilen enerjinin MW cinsinden değeri ve satışı yapılan elektrik enerjisinin Türk Lirası ve Dolar kurundan karşılığını kullanıcıya yansıtılan miktarı üretim raporları menüsünde yer almakta; araç takibi, vardiya çalışma defteri, bakım – kontrol menüsü, üretim girişleri ve revizesi, gölet seviye giriş seviyesi, bakım planı, satın alma işlemleri, finans, insan kaynakları, duyuru, dijital arşiv ve sistem yönetim alt sekmeleri operasyon menüsünde yer almaktadır. Robot uygulamanın altyapısına; veri, servis ve uygulama katmanlarına da yine burada yer verilmektedir.

Kimi enerji otoritelerince en önemli enerji sorunlarından biri enerji verimliliğidir. Her ne kadar altyapısı zamana bağlı olsa da orta ve uzun vadede enerji verimliliği çalışmaları meyvelerini vermektedir.

Bu çalışmanın sonuçlarında da gösterildiği gibi, enerji verimliliğinin geliştirilmesi için endüstri hedeflerine ek olarak uzun vadeli stratejiler ve hedefler belirlemek önemlidir. Tüm bu hedeflere ulaşmak için, teknolojik gelişme ve yönetime paralel olarak uygun enerji tasarrufu çözümlerini belirlemek ve uygulamak için görev ve sorumlulukları gözden geçirmek ve gerekirse yeniden tanımlamak gerekmektedir.

Belirlenen hedeflere ulaşmak ve enerji verimliliğini buna göre uygulamak ve yönetmek için teknik ve yönetsel becerilerin güçlendirilmesi ve mevcut uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir. Ölçülemeyen bir şeyin kontrol edilemeyeceği prensibinden hareketle, uygulamaları takip etmek ve yönetmek için doğru ölçüm, raporlama ve doğrulama sistemlerinin geliştirilmesi esastır.

Enerji verimliliğine yatırım yapmak için sanayi paydaşlarının enerji verimliliği geçişleri konusunda eğitilmesi, enerji verimliliğinin ekonomik katkısı ve diğer faydaları konusunda farkındalıklarının artırılması ve farkındalıklarının artırılması gerekmektedir.

Yasal tanımlar, dünya çapında ve Türkiye’de standartlar, belgelendirme, enerji yönetimi ve enerji verimliliği araştırmalarını, bunların enerji verimliliğine katkılarını, yasal engellerin yönetimini, uygulamada karşılaşılan mali ve teknik sorunları ve bu engellerden kaynaklanan ihtiyaçları ve gerekli yaklaşımları içermektedir.

Türkiye elektrik sistemi son yirmi yılda dikkate değer bir dönüşüm geçirmiş, büyüyen ekonomisi ve nüfusu nedeniyle hızla artan elektrik talebini karşılamak için 2001 yılında elektrik enerjisi sistemini yeniden yapılandırmaya başlamıştır. Elektrik piyasasında serbestleşme adımları ve özelleştirme süreçleri, özel sektörün, yerli üretim kapasitesini artırıp toplam elektrik sistemi maliyetlerini azaltarak enerji güvenliğini teşvik etmeye yönelik uzun vadeli bir bakış açısıyla elektrik üretimi, dağıtım ve tedarik faaliyetlerine katılmalarına imkân sağlamıştır.

Başlangıçta, bu reformlar geleneksel fosil yakıt teknolojilerine büyük yatırımlara yol açmıştır. Türkiye, 1980’lerin sonlarından bu yana elektrik üretiminin temelini oluşturan doğal gaz ithalatına büyük ölçüde bağımlı olmasına rağmen, doğal kaynak kullanımını ve milli teknolojiyi teşvik ederek doğal gaz ithalatına karşı kırılganlığını en aza indirmeye çalışılmaktadır. Bu durum, linyit ve yenilenebilir enerji başta olmak üzere elektrik üretiminde milli kaynakların payının artmasıyla birlikte, 2023 yılında faaliyete geçmesi beklenen Akkuyu nükleer santralinin inşaatına başlanması kararını da beraberinde getirmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının hızlı gelişimi, Türkiye'nin üretim kapasitesinin çeşitlendirilmesinde açık ara önemli bir faktör olmuştur. Bu gelişmedeki en önemli faktör, son yirmi yılda toplam elektrik üretiminin yaklaşık üçte birini oluşturan hidroelektrik santralleridir; ancak rüzgâr ve güneşten üretilen elektrik miktarı son on yılda hızla artmıştır.

Maliyetlerin düşürülmesi ve YEKDEM (Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması) dahil olmak üzere yasal ve mali araçların devreye alınmasıyla birlikte rüzgâr ve güneş enerjisinin toplam elektrik üretimindeki payı 2010'da %1,4'ten 2021'de yaklaşık %13'e yükselmiştir. Bu büyümenin itici gücü, son beş yılda 4,3 GW rüzgâr kapasitesi ve 6,4 GW güneş enerjisi kapasitesindeki artışlardır.

2015'te %6,5 olan rüzgâr ve güneş enerjisi, şimdi toplam kurulu gücün %18,6'sını oluşturmaktadır. Ancak, Türkiye'nin enerji stratejisi daha önce emisyon azaltımından çok arz güvenliğine odaklanmıştır. Türkiye'nin Ekim 2021'de Paris Anlaşması kapsamında uygulamaya koyduğu, 2053 yılına kadar net sıfır karbon emisyonunu hedefleme kararı, Türkiye'nin enerji ve iklim politikası için bir dönüm noktasıdır. Bu kararın bir sonucu olarak, arz güvenliğine odaklanmaktan sera gazı emisyonlarını azaltmak için bir dizi politika ve eylem planı geliştirmeye odaklanılmıştır.

Güç sistemleri, ekonominin karbondan arındırılmasının belkemiğini ve net sıfır emisyon hedeflerine ulaşmada kilit faktörleri temsil etmektedir. İnşaat, ulaşım ve sanayi sektörlerinde sera gazı emisyonlarını azaltmak için önemli bir strateji, bu sektörler tarafından yenilenebilir elektriğin doğrudan veya dolaylı olarak kullanılmasını içermelidir. Bu stratejinin başarılı olması için, enerji üretiminin karbondan arındırılması çok önemlidir ve yenilenebilir enerji gelişiminde benzeri görülmemiş bir hızlanma ve nihayetinde fosil yakıtlardan geçiş gerektirecektir.

Yeni politikalar ve dijital teknolojiler binalarda, ulaşım ve endüstride enerji verimliliğini artırmaya yardımcı olduğundan, bu son kullanımlar giderek daha verimli kullanım için çalıştırılabilir. Sonuç olarak, güç sistemi boyunca enerji kontrolü ve yönetimi etkin bir şekilde uygulanır ve iletim şebekesi, önceki nispeten pasif duruma kıyasla akıllı bir sisteme dönüşebilir. Güneş, rüzgâr ve diğer düşük karbon teknolojilerine yeni yatırımlar yapılırken, aynı anda iletim şebekelerinin geliştirilmesine ve bunların sistemdeki rolüne daha fazla odaklanmak önemlidir.

Yenilenebilir enerji üretim teknolojilerinin hızla gelişmesinin yanı sıra dijitalleşme, pille çalışan enerji depolama sistemleri ve yeşil hidrojen üretimine olanak sağlayan

elektrolizörlerin geliştirilmesi gibi birçok teknolojik gelişme enerji dönüşümünde önemli rol oynamaktadır. Enerji sisteminin dönüşümüyle birlikte, elektrik endüstrisi değer zincirinin dönüştürülmesine yardımcı olmak için dijitalleşme ve dijital teknoloji de giderek yaygınlaşmaktadır.

Dijital teknolojileri enerji varlıklarına ve süreçlerine entegre etmenin faydaları yadsınamaz ve enerji endüstrisinin dijital devrimden en son yararlanan sektörlerden biri olması, kullanılmayan potansiyeli göstermektedir. Bazı dijital teknolojiler işletmelerin çalışma şeklini değiştirirken, diğerleri yeni iş fırsatlarının yaratılmasını sağlayacaktır.

Son yıllarda elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı ve son kullanıcılar alanlarında dijitalleşmenin sıklıkla kullanılmaya başlandığı söylenebilir. Robotik süreç otomasyonu, artırılmış gerçeklik, nesnelerin interneti, yapay zeka, makine öğrenmesi, büyük veri ve blockchain gibi dijital teknolojilerin enerji sektöründe yaygınlaşması, bir yandan şirketlerin iç operasyonlarının dönüşmesine yol açmakta, diğer yandan da şirketlerin değer yaratma potansiyelini artırıp ve yeni iş fırsatları yaratmaktadır.

Dijital teknolojinin yönlendirdiği yenilikçi iş modelleri, enerji geçişinden kaynaklanan fırsatlardan yararlanmak ve ortaya çıkabilecek zorluklarla yüzleşmek için bir çözüm olarak görülebilir. Bataryalı depolama, sistem esnekliği sağlayan ve yenilenebilir enerjinin şebeke ölçeğinde ve sayaç arkası uygulamalara daha fazla entegre edilmesini sağlayan önemli bir teknolojidir. Maliyet henüz istenilen düzeye ulaşmamış olsa da elektrikli araç sektöründeki gelişmeyle birlikte batarya maliyetinin önümüzdeki yıllarda hızla düşmesi beklenmektedir.

Enerji ve ulaşım sektörlerinin dönüşümünde etkin rol oynaması beklenen batarya teknolojisinin gelişimini hızlandıracak mevzuat ve teşvikler, bu teknolojilerin dünya çapında önemini artırmaktadır. Batarya teknolojilerinin yenilenebilir enerji ile kullanılması ve ulusal bazda uygulanan çeşitli pazar odaklı teşvikler ve düzenlemeler, enerji depolama uygulamalarının miktarının büyümesini sağlayan temel faktörlerdir.

Türkiye'nin mevcut net sıfır hedefine ulaşabilmesi için orta ve uzun vadede net ve ölçülebilir hedefler koyması gerekmektedir. Enerji kaynaklı karbondioksit emisyonları her alanda azaltılabilir. Elektrik üretiminin en hızlı azaltımı sağlayacak sektör olduğu düşünülürse, elektrik sektöründen kaynaklanan emisyonların yarıya indirilmesi hedeflenebilir. Bu, enerji üretiminde kömürden tamamen vazgeçmek anlamına gelebilir. Şebeke için daha esnek çözümler sayesinde elektrik üretimindeki doğal gaz aşamalı olarak tamamen ortadan kaldırılabilir. Elektrik tesislerinde modern yenilenebilir enerji

santrallerinin kurulu gücündeki payı %50'ye kadar çıkabilir. Binalarda kömür kullanımına bir an önce son verilerek, doğal gazdan elektriğe geçilerek ve ısı pompası kullanımına hız verilerek emisyon azaltımları hedeflenebilir. Sanayi ve diğer imalat sektörlerinin enerji tüketiminden kaynaklanan emisyonlar azaltılabilir ancak bunun için enerji verimliliği, elektrifikasyon, yeni teknolojiler, yeni teknolojiler konusunda araştırma ve geliştirme çalışmaları gerekli olacaktır. Endüstriyel süreçlerden kaynaklanan emisyonları azaltmak ve tüm endüstriyel emisyonları daha hızlı azaltmak için hidrojen ve yeşil karbonu geri kazanılması da yine bu konudaki fırsatlardandır.

Türkiye'deki enerji mevzuatının mevcut durumu dikkate alındığında, birçok olumlu gelişmenin yanı sıra bazı yönlerin de iyileştirilmesi gerekmektedir. İhtiyaç duyulan ihtiyaçlar, teknolojiler ve yaklaşımlar bir arada değerlendirildiğinde, yasal olarak arzu edilen seviye ile mevcut durum arasında bir uçurum ortaya çıkmaktadır.

Petrol ve doğal gaz ithalatına olan aşırı bağımlılığı nedeniyle Türkiye, enerji arz güvenliğini enerji stratejisinin temel direklerinden biri haline getirmiştir. Petrol ve gaz arama çalışmaları, üretimi artırma, petrol ve gaz arzını ve ilgili altyapıyı çeşitlendirme ve verimliliği artırarak enerji tüketimini azaltma yoluyla politikalar geliştirmektedir.

Yerli petrol ve gaz üretiminin tüketim içindeki payının düşük olması nedeniyle, Türkiye petrol ve gaz arama ve üretimine öncelik vermektedir. Bununla birlikte, Türkiye'nin tüketim ihtiyaçlarını karşılamak için büyük ölçüde ithal petrol ve gaza bağımlı kalması muhtemeldir. TPAO, kaya petrolü ve gazı da dahil olmak üzere arama faaliyetlerine başlamıştır (ETKB, 2022). Karadeniz'de Sakarya sahasının keşfinden sonra Türkiye'nin doğal gaz ithalatına olan bağımlılığı azalacak; 2023 yılında devreye girmesi beklenen sahanın Türkiye'ye doğal gaz ithalat sözleşmelerinin uzatılması konusunda pazarlık gücü vereceği tahmin edilmektedir.

Türkiye, doğal gaz güvenliğine yönelik arama çalışmalarının yanı sıra ithalat kaynaklarını ve yollarını çeşitlendirmeye çalışmaktadır. Şu anda Türkiye, aynı zamanda ülkenin gaz güvenliğini önemli ölçüde iyileştirecek olan depolama kapasitesinde yakın zamanda ve planlanan önemli iyileştirmeler yapmıştır. Türkiye ayrıca ham petrolün hem boru hatları hem de tankerlerle tedarik edilmesiyle petrol kaynaklarını ve tedarik şekillerini çeşitlendirmiştir.

Türkiye’de standartlar, belgelendirme, enerji verimliliği araştırmaları ve enerji yönetimi alanlarında birçok düzenleme ve uygulama olmasına rağmen bu uygulamaların kapsamını ve etkinliğini artırmak için çeşitli önlemler alınabilir.

Temel olarak eksiklikler, mevcut düzenlemelerin enerji potansiyelini tanımlanmış standartların ötesinde yakalayacak düzeyde olmaması, bazı düzenlemelerin yapı belgelendirme sürecindeki etkinliğinin zayıf olması veya hiç olmaması, kuruluşların enerji verimliliği ve enerji konusunda bilinç ve anlayış eksikliğidir. Yönetim çalışmaları, profesyonellerin belirli bilgilere ve belirli süreçlere ulaşamaması yüzeysel olarak düşük düzeyde kalmaktadır.

YEKA’nın ihale paketlerine kapasite tahsis edilecek kapasite büyüklükleri ve alanları seçilirken, her bir coğrafi bölgenin o alana ilişkin özelliklerinin değerlendirilmesi uygundur.

YEKA ve/veya YEKDEM ihaleleri için resmi takvim veya mükerrer sipariş oluşturmak, yatırımcılara şeffaflık ve öngörülebilirlik sağlamaktadır.

Hükümet, özel sektör, ulusal ve uluslararası finans kuruluşları aracılığıyla yerel piyasanın fon ve finansal fırsatlar için çekiciliğinin artırılması, yenilenebilir enerji alanı piyasasının sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Planlanan santrallerde verimli ve yenilikçi teknolojilerin kullanılması, yerel elektrik üretiminin enerji sektörünün hızlı teknolojik dinamikleri ile uyumlu olması için uygun önlemlerle desteklenmelidir. Bu yenilikçi ve etkili teknolojilerin yayılmasını desteklemek için, ulusal katkı gereksinimlerinin en yüksek katma değeri sağlayabilecek yenilikçi teknolojilerle desteklenmesi gerekmektedir.

Türkiye’de yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin payı, hızla artan toplam elektrik üretimine kıyasla nispeten küçüktür. Ancak, teknoloji, maliyetler ve politikadaki değişiklikler nedeniyle pazar hızla büyümektedir. YEKA müzayedeleri, hızla büyüyen bu pazarda çok önemli bir rol oynamakta ve zaman içinde daha da büyümesi beklenmektedir.

Bu çalışmada olduğu gibi, yenilenebilir enerji santrallerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Yapı Bilgi Modellemesi ile entegrasyonu ve interdisipliner çalışmalarla daha ekonomik, daha verimli daha çevreci ve sürdürülebilir sonuçlar ortaya koyacağını göstermektedir.

Artan kentleşmenin enerji tüketiminde artışa neden olmasıyla enerji verimliliğini temel alan ürünleri elde etmek için tasarım aşamasının güvenilir enerji modelleme yaklaşımlarının benimsenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, mevcut modelleme

yaklaşımları, ihtiyaç duyulan verileri toplama ve yönetme güçlüklerinden dolayı genellikle soyut ve düşük seviyeli bilgiler kullanmaktadır.

Bu soyut veriler, enerji senaryolarının modellenmesi ve simülasyonunda büyük belirsizlikler yaratmaktadır. Enerji tasarımı zorluğunun çözümünün önemli bir kısmı, sırasıyla Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Yapı Bilgi Modellemesi'ne (YBS) dayanan bilgi sistemlerinin entegrasyonunu önemli kılmaktadır. Mevcut teknolojiler, CBS ve YBM arasındaki birlikte çalışabilirliği yeterince ele almasa da CBS ve YBM arasındaki dönüşüm, enerji tasarımı için veri gereksinimlerini zorunlu kılmaktadır.

Verimli veri girişi ve mevcut veriler için daha fazla yeniden kullanım, geleneksel olarak kullanılan statik yöntemler yerine dinamik enerji simülasyonu kullanma imkânı, geleneksel olarak kullanılan bölge tabanlı yaklaşım yerine gerekli bölgelerin simülasyonda kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bir başka perspektiften bakılırsa en büyük fayda, YBM kullanılarak enerji performansının sürekli doğrulanmasını sağlamanın mümkün olmasıdır.

Gerçek proje deneyimleri ayrıca, başarılı YBM tabanlı enerji analizinin, farklı revizyonlar arasında karşılaştırma olanakları, müşteriler için anlaşılması kolay görselleştirmeleri ve enerji analizi amaçları için mimari model doğrulaması ile YBM revizyon yönetimi gerektirdiğini göstermiştir.

Yenilenebilir enerji santrallerinin tasarımında kullanılan CBS teknolojisi, proje planlayıcıların santrali nereye kurmasının daha uygun olduğuna kararı vermesine yardımcı olmaktadır. İklim değişikliğine küresel bir odaklanma ile güneş, rüzgâr, su ve termal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına önemli bir ihtiyaç duyulsa da yenilenebilir enerji ne kadar büyük olursa olsun, her yerde kullanılamaz. Örneğin, devlet, güneş ve rüzgâr enerjisi için olanak sağlasa da önemli olan yeterince yüksek rüzgâr hızlarına ve güneş penetrasyonuna sahip belirli yerler bulmaktır.

Bunun da ötesinde, planlamacılar, yenilenebilir enerji dağıtımını maliyet etkin hale getirecek büyük nüfuslara ve dağıtım merkezlerine yeterince yakın olmayan yerleri gözden çıkarmak zorunda kalmaktadır. CBS teknolojisi, rüzgâr ve güneş çiftliklerinin kurulacağı yeri belirginleştirmeye yardımcı olmaktadır. CBS teknolojisi ve haritalama ile politika yapıcılar ve planlama komisyonları yenilenebilir enerji için doğru yeri daha kolay belirleyebilmektedir. Bunun nedeni, CBS'nin rüzgâr potansiyeli, güneş potansiyeli, şehirlere

olan mesafe, nüfus büyüklüğü ve arazi örtüsü türünün derinlemesine analizine izin vermesidir.

CBS, proje planlayıcılarına, o bölgede yenilenebilir bir enerji santralinin inşa edilmesinden habitatların veya göç düzenlerinin zarar görüp göremeyeceği gibi sosyal ve çevresel etkiyi de gösterebilmektedir. Tüm bu bilgiler, kaynak ve para israfı olacak yerlere karşı yenilenebilir enerji kaynaklarını uygulamak için hangi konumların en iyi olacağının net bir resmini sunmaktadır.

Örneğin güneş enerjisi santrali kurulacaksa güneş radyasyonu seviyelerini ve sıcaklık eğilimlerini inceledikten sonra, güneş enerjisi santralleri için en iyi yer belirlenebilmektedir. CBS teknolojisinin etkisi, politika yapıcılara ve planlayıcılara tüm kıtalardaki yenilenebilir enerji potansiyelini inceleme yeteneği vererek küresel ölçekte de hissedilebilir. Örneğin Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA), Afrika'nın yenilenebilir enerji potansiyelinin ilk tahminlerini yapmak için bir CBS yaklaşımı kullanmıştır. IRENA, CBS analizinin, güneş ve rüzgâr uygulamaları için en büyük potansiyele sahip doğu ve kuzey Afrika'ya sahip olduğunu, Ekvator bölgesinin ise biyoyakıt kaynakları için en önemli potansiyele sahip olduğunu gösterdiğini bildirmiştir.

CBS, yenilenebilir enerji çabalarının nereye odaklanacağını ve bunların en iyi nasıl yönetileceğini belirlemede büyük rol oynamaktadır. Bu teknoloji, sürdürülebilir enerji kaynaklarının potansiyelini vurgulamakta, söz konusu belirli enerji kaynağının fiili kullanımına ilişkin verileri, arazi analizlerini ve planlamacıların yenilenebilir enerji santrallerini nerede tasarlaması gerektiğini göstermektedir.

Türkiye gibi enerji mevzuatının çok hareketli ve sürekli olduğu, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması, yeşil tarife, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Garanti Belgesi gibi faydalı sonuçların da ortaya çıktığı ülkemizde orta vadede CBS ve YBM'nin birlikte kullanılmasının hem enerji verimliliğine hem de yenilenebilir enerjinin arzının artmasıyla birlikte ani üretim azalma ve artışlarının öngörülebilir olduğu aşıkardır. Dijitalleşmenin kaçınılmaz olduğu dünyamızda enerji bakanlıklarının Türkiye ve dünyada yapılan ihalelerde mali yeterliliklerin yanı sıra CBS ve YBM'nin de yazılımlar ile entegre edilmesinin tüm süreçleri uçtan uca yönetebilir, öngörebilir ve büyük veri ile sistemli bir şekilde verimli hale getireceği açıktır.

mC2 yazılımı ile hidro, güneş, rüzgâr ve jeotermal santrallerimizde yapılan dijital dönüşüm bunun ülke ölçeğinde ne denli verim yaratacağını, arıza sayılarının azalmasından

Üretim projeksiyonuna, hat bakımı ve tüm santrallerin kontrolüne kadar ne denli etki yarattığı ölçeklendiğinde ülkemize katkılarının ne denli büyük olacağı açıktır.

Bu anlamda bu çalışma, alanında bir ilk olmasıyla, sonrasında yapılacak benzer çalışmalar için bir yol haritası sunmasıyla önem kazanmaktadır.



KAYNAKÇA

- Abbasnejad, B., & Moud, H. (2013, 3 (1)). BIM and Basic Challenges Associated with its Definitions, Interpretations and Expectations. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, s. 287-294.
- Acar, E. (2002). Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Araştırılması ve Gerçeklenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ada, N. (2007, 7(2)). Örgütsel İletişim ve Yeni Bilgi Teknolojileri; Örgütsel İletişim Ağları. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, s. 543-551.
- Ademci, M. E. (2018). An Analysis Of BIM Adoption In Turkish Architectural, Engineering And Construction (AEC) Industry. *Master Thesis*. İstanbul: Mimar Sinan Fine Arts University, Institute of Science and Technology, Civil Engineering.
- Adıgüzel, A. O. (2013, 2(2)). Biyoetanolün genel özellikleri ve üretimi için gerekli hammadde kaynakları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, s. 204-220.
- Adıyaman, Ç. (2012). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları. *Yüksek Lisans Tezi*. Niğde : Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Afonso, T. L., Marques, A., & Fuinhas, J. (2017, C.18). Strategies to Make Renewable Energy Sources Compatible with Economic Growth. *Energy Strategy Review*, s. 121.
- Ağaçbiçer, G. (2010). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı Ve Yapılan Swot Analizler. *Yüksek Lisans Tezi*. Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akalp, F. M. (2019). Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki; Türkiye örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Nevşehir: Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akdoğan, D. A. (2018). Yenilenebilir Enerjide Kamu Politikaları ve Türkiye. *Doktora Tezi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akkoyunlu, T. (2015). Kentsel Dönüşüm Projeleri için BIM Uygulama Planı Önerisi. *Doktora Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Akoldaş, D. A. (2004, Aralık). Bilişim Sistemleri Ve Bilişim Teknolojisinin Küreselleşme Olgusu Ve Girişimcilik Üzerine Yansımaları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, s. 1-18.
- Akpınar, A. K., & Filiz, M. H. (tarih yok). Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Çevre, Sürdürülebilir Kalkınma, Temiz Enerji ve Çevre. VII. *Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*. İstanbul.
- Aksungur, M., Ak, O., & Özdemir, A. (2011, 5(1)). Nehir tipi hidroelektrik santrallerinin sucul ekosisteme etkisi: Trabzon örneği. *Journal of Fisheries Sciences*, s. 15-45.
- Aktan, Ç. C., & Tunç, M. (1998, Ocak-Şubat). 21. Yüzyıla Girerken Bilgi Toplumu ve Türkiye". *Yeni Türkiye Dergisi*.

- Al Rasyid, M. U., Sayfudin, A., Basofi, A., & Sudarsono, A. (2016). Development of semantic sensor web for monitoring environment conditions. *Proceeding - 2016 Int. Semin. Intell. Technol. Its Appl. ISITIA 2016 Recent Trends Intell. Comput. Technol. Sustain. Energy*, (s. 607–612).
- Alabdulqader, A., Panuwatwanich, K., & Doh, J. (2014). *Current use of building information modelling within Australian AEC Industry*. Japan: Proceedings of the 13th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction, Sapporo.
- Aliağaoğlu, A., & Temurçin, K. (2003, 1(2)). Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği,. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, s. 32-33.
- Alkawi, G. (2016). Mimarlık Eğitiminde BIM Tabanlı Disiplinlerarası İşbirliği Önerisi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Ortamında Sanat ve Tasarım Anabilim Dalı.
- Alkin, E. (2011). *İktisat*. İstanbul: Filiz Kitabevi.
- Allen Consulting Group. (2010). *Productivity in the buildings network: assessing the impacts of Building Information Models*. Sydney: Allen Consulting Group.
- Amer, M., & Daim, T. (2011, 15(4)). Selection of renewable energy technologies for a developing county: a case of Pakistan. *Energy for Sustainable Development*, s. 420-435.
- Ar, F. (2016). *Ülkemizde Biyokütle ve Biyoyakıt Sektörü, Türkiye’nin Enerji Görünümü 2016*. Ankara: TMMOB makina mühendisleri odası yayını.
- Arca, D. (2012, 2(2)). Afet yönetiminde coğrafi bilgi sistemi ve uzaktan algılama. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, s. 53-61.
- Arslan, F. (2016, 14(3)). Manisa İlinin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli Üzerine Bir Değerlendirme. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, s. 314-327.
- Aslan, A., & Öcal, O. (2016, C.60). The Role of Renewable Energy Consumption in Economic Growth Evidence from Asymmetric Causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, s. 953.
- Atabay, Ş., & Öztürk, M. (2019, 7(2)). Yapı Bilgi Modellemesi Uygulama Planı Üzerine İnceleme. *Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, s. 418 – 430.
- Atay Tosun, B. (2019). YBM Standartlarının Karşılaştırmalı İncelenmesi ve Ulusal Standardizasyon Çalışmaları Açısından Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilişim Anabilim Dalı.
- Ateş, S. (2010). Coğrafi bilgi sistemleri ile kalp krizi vakalarına yönelik en uygun ambulans yerlerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Atılğan, İ. (2000, 15(1)). Türkiye’nin enerji potansiyeline bakış. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, s. 31-47.

- Autodesk. (2015). *West Riverside Hospital BIM modeli görselleri*. Autodesk.
- Autodesk Inc. (2021, Nisan 15). *Building Information Modeling, Autodesk Building Industry Solutions, White Paper*. <http://www.laiserin.com/>: http://www.laiserin.com/features/bim/autodesk_bim.pdf adresinden alındı
- Avcı, M. (2010). Avrupa Birliğinin Hazar Bölgesine Yönelik Enerji Politikası ve Türkiye'ye Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ayday, C., Sabah, L., Yaman, N., & Keser, K. (2016). *Açık Kaynak Kodlu Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Jeoloji Uygulamaları*. Eskişehir: RMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası.
- Aytüre, S. (2013, Mart). Avrupa Birliğinin Enerji Politikasında Son Gelişmeler ve Türkiye'ye Yansımaları. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, s. 35-51.
- Azhar, S., & Khalfan, M. (2012). *Building Information Modelling (BIM): Now and Beyond*.
- Babič, N., Podbreznik, P., & Rebolj, D. (2010). *Integrating Resource Production and Construction Using BIM*.
- Bahadır, İ. (2018). Yapı Bilgi Modellemesi Uygulama Planının Yapı Bilgi Modellemesi Yazılımı Kullanılabilirliğine Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Bakırcı, A., Bezen, Y., & Soydan, E. (2016, C.2, S.1). Turkey's Renewable Energy Market: Is the Solar Energy Sector at Risk. *Turkish Commercial Law Review*, s. 85.
- Bao, C., & Xu, M. (2019, C.231). Cause And Effect of Renewable Energy Consumption on Urbanization and Economic Growth in China's Provinces and Regions. *Journal of Cleaner Production*, s. 483.
- Barnes, P., & Davies, N. (2014). *BIM in Principle and in Practice*. London: ICE Publishing.
- Bartık, A. (2018). Türkiye'nin enerji ihtiyacını ve bu ihtiyacın giderilmesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi. *Yüksek Lisans Tezi*. Kars: Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Barutçugil, İ. (2002). *Bilgi Yönetimi*. İstanbul: Kariyer Yayıncılık.
- Bayındır, S. A. (2010). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Avrupa Birliği ve Türkiye Uygulamaları. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul : İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü.
- Bayraktar, K. G. (2016, 5 (13)). Güneş Ülkemizin Enerji Geleceğidir. *Enerji ve Maden Dergisi*, s. 50-53.
- Bensghir Türksel, K. (1996). Bilgi Teknolojileri ve Örgütsel Değişim. *Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü*.
- Bevainis, L. (2008, 44(2)). Applying the GIS in school education: The experience of Japanese geography teachers. *Geografija*, s. 36-40.

- Beyza, İ., & Doğan, V. (2009). Türkiye Birincil Enerji Kaynakları Piyasasının Zaman Serileri İle İstatiksel Analiz. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bhattacharyya, S. B. (2011). *Energy Economics*. New York: Springer.
- Bianet. (2021). *m.bianet.org/*.
- Bilginoğlu, M. A. (2012). *Türkiye'nin Enerji Sorunları ve Çözüm Arayışları*. Erzurum: Erciyes Üniversitesi Stratejik Araştırmalar Merkezi.
- bimmade.com. (2021, Nisan 10). *Bim'in boyutları*. <https://bimmade.com:https://bimmade.com/information/2/bim-in-boyutlari> adresinden alındı
- bimsoft.com.tr/. (2021, Nisan 11). *archicad/open-bim*. bimsoft.com.tr/. adresinden alındı
- Bodzin, A. M., Fu, O., Bressler, D., & Vallera, F. (2015, 32(1)). Examining the enactment of web GIS on students' geospatial thinking and reasoning and tectonics understandings. *Computers in the Schools*, s. 63-81.
- Bolat, A., & Özdemir, N. (2016, 6 (4)). Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları yenilenebilir enerjide yeniden yapılanma. *Meslek Yüksekokulu Elektronik Dergisi*, s. 148-158.
- Boontome, P., Therdyothin, A., & Chontanawat, J. (2017, C.138). Investigating the Causal Relationship Between Non-Renewable Energy and Renewable Energy Consumption, CO2 Emissions and Economic Growth in Thailand. *Energy Procedia*, s. 926. .
- Bouška, R. (2016). Evaluation of Maturity of BIM Tools across Different Software Platforms. *Procedia Engineering*, s. 481-486.
- Bouška, R., & Heralová, R. (2016). Utilization Of BIM during architectural study. CESB 2016 - Central Europe Towards Sustainable Building 2016:. *Innovations for Sustainable Future*, s. 677-684.
- Bowden, N., & Payne, J. (2010, C.5, S.4). Sectoral Analysis of the Causal Relationship Between Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Real Output in the US. *Economics, Planning and Policy*, s. 400.
- Bozyazı Dalyan, E. G. (2002). İstanbul'da coğrafi bilgi sistemleri ile hava kalitesinin incelenmesi . *Doktora Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- BP Statistical Review of World Energy. (2015). *BP Statistical Review of World Energy*. <https://www.bp.com:https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2015/bp-statistical-review-of-world-energy-2015-full-report.pdf> adresinden alındı
- BP Statistical Review of World Energy. (2016).
- BP Statistical Review of World Energy. (2021). *BP Statistical Review of World Energy*. www.bp.com:https://www.bp.com/content/dam/bp/business-

sites/en/global/corporate/pdfs/energy/economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf adresinden alındı

BP: British Petroleum. (2019). *Energy Outlook, 2019*. British Petroleum.

British Standards Institution. (20013). *Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling, Incorporating Corrigendum No. 1*. London: British Standards Institution.

BSI. (2015). *Building Information Modelling and collaborative construction*. UK: BSI Report.

Buildipedia.com. (2021, Nisan 15). *The Daily Life of Building Information Modelling*, .
<http://buildipedia.com:>
http://buildipedia.com/images/masterformat/Channels/In_Studio/The_Daily_Life_of_Building_Information_ModelingBIM/BIM_Illustration.jpg, 12.09.2017.
adresinden alındı

Büyükakıncı, E. (2004). *Putin Donemi Rus Dış Politikasına Bakış: Söylemler, Arayışlar ve Fırsatlar, Değişen Dünyada Rusya ve Ukrayna*. Ankara.: Phoneix Yayınları.

Caineng, v. d. (2016). *Energy Revolution: From A Fossil Energy Era To A New Energy Era. Natural Gas Industry*.

Campbell, P. A., Havlicek, J., Stevenson, A., & Barnes, R. (2012). Realization of ITS applications through mapping technologies: A survey of advanced traveler information systems. *IEEE Conf. Intell. Transp. Syst. Proceedings, ITSC*, (s. 788–795).

Canbolat, İ. S. (2013). *Gelişmekte Olan Ülkeler Küresel Politik ve Ekonomik Çıkar İlişkilerindeki Konumları*. Bursa: Alfa Akademi.

Carrion, J. A., Estrella, A., Dols, E., Toro, M., Rodriguez, M., & Ridao, A. (2008, 12(9)). Environmental decision-support systems for evaluating the carrying capacity of land areas: Optimal site selection for grid-connected photovoltaic power plants. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, s. 2358-2380.

Castillo, C. P., e Silva, F., & Lavallo, C. (2016, 88). An assessment of the regional potential for solar power generation in EU-28. *Energy Policy*, s. 86-99.

Ceyhan, Y. B., & Yerci, M. (2005, 134). İnternet tabanlı coğrafi bilgi sistemleri ile kartografik üretimin kontrol ve yönetimi. *Harita Dergisi*, s. 71-89.

Ceylan, M. (2012). *Elektrik enerji santralleri ve elektrik enerjisi iletimi ve dağıtımı*. Ankara: Seçkin Yayınları.

Charabi, Y., & Gastli, A. (2011, 36(9)). PV site suitability analysis using GIS-based spatial fuzzy multi-criteria evaluation. *Renewable Energy*, s. 2554-2561.

Chavan, P. U., Murugan, M., & Chavan, P. (2015). A review on software architecture styles with layered robotic software architecture. *Proc. - 1st Int. Conf. Comput. Commun. Control Autom. ICCUBEA 2015*, (s. 827–831).

- Chen, P. H., & Nguyen, T. (2017). *Integrating web map service and building information modeling for location and transportation analysis in green building certification process*. Automation in Construction.
- Chen, T. H. (2016). An empirical study on the practice of maintaining object-relational mapping code in Java systems. *Proc. 13th Int. Work. Min. Softw. Repos. - MSR '16*, (s. 165–176).
- Cihan, E. (2009). Yenilenebilir enerji ve Türkiye’de güneş enerjisi. *Yüksek Lisans Tezi*. Gaziantep: Hasan Kalyoncu Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Civan, N. (2003). Kent parkları plânlamasında coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması Ortaköy vadisi örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Clastres, C. (2011, 39 (9)). Smart grids: Another step towards competition, energy security and climate change objectives. *Energy Policy*, s. 5399-5408.
- Crotty, R. (2012). *The Impact of Building Information Modelling*. Oxon: SPON Press.
- Çabuk, A., & Çabuk, S. (2015, 7(3)). Yüksek öğretim ve mesleki yeterlilik çerçevesi kapsamında coğrafi bilgi sistemlerine ilişkin ulusal meslek hiyerarşisinin tanımlanması üzerine bir öneri. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, s. 45-52.
- Çağlar, A. E., Kubar, Y., & Adil, K. (2017, C.17, S.36). Türkiye Ekonomisinde Büyümenin Dinamiği Olarak Enerji. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, s. 104. .
- Çelebi, M. (2017). Belediye Atıklarından Çöp Gazı Elde Edilerek Elektrik Enerjisi Üretilmesi ve Ülkemizdeki Örneklerinin İncelenmesi. *Uzmanlık Tezi*. Ankara: İller Bankası Anonim Şirketi.
- Çelikkpala, M. (2007). Hazar’da Çok Boyutlu Bölgesel Girişim. *Strateji*, .
- Çepik, B. (2015). Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları. . *Doktora Tezi*. İstanbul: Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çoban, O., & Şahbaz Kılınç, N. (2016, 33). İstanbul enerji kullanımının çevresel etkilerinin incelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, s. 589-606.
- Çolak, İ., Bayındır, R., Sefa, İ., Demirbaş, Ş., & Ergen, H. (tarih yok). Alternatif Enerji Kaynaklarının Kullanımı. *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*. Mersin.
- Çuhadar, F. G. (2017). Mimarlık Hizmeti Kapsamında Bina bilgi modelleme villa Konut Projesi. *Yüksek lisans tezi*. İstanbul : İstanbul Kültür Üniversitesi.
- Çuhadar, M., Aydoğan, T., & Bahar, M. (2013, 5(1)). Web- @ ncient: Ege Bölgesi Antik Kentleri için Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Turist Rota Planlayıcısı Tasarımı. *Journal Of Alanya Faculty of Business/Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*,.
- Dağhan, M. M. (2018). Hidroelektrik enerji üretimi için baraj yeri seçiminde coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) kullanılması ve uygulamaları (Seydisuyu Havzası). *Yüksek Lisans Tezi*. Bilecik: Anadolu Üniversitesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi.,

- Davenport, H. T., & Prusak, L. (2001). *İş Dünyasında Bilgi Yönetimi, Kuruluşlar Elleriindeki Bilgiyi Nasıl Yönetirler*. İstanbul: Rota Yayınları.
- De Paoli, L., Maura, S., & Nicola, P. (2010). *Evaluating Security of Energy Supply in the EU*. European Investment Bank.
- Demir, M. (2013, 5(9)). Enerji ithalatı cari açık ilişkisi, Var analizi ile Türkiye üzerine bir inceleme. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, s. 2-27.
- Dengiz, O., & Turan, İ. (2014, 1(1)). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistem teknikleri kullanılarak arazi örtüsü/arazi kullanımı zamansal değişimin belirlenmesi: samsun merkez ilçesi örneği (1984-2011). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, s. 78-90.
- Deniz, S. (2018). Türkiye’de yenilenebilir enerji potansiyeli ve politikalarının sürdürülebilir kalkınma açısından değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Désarmeaux, C., Pecatikov, A., & McIntosh, S. (2016). The dispersion of build maintenance activity across maven lifecycle phases. *Proc. 13th Int. Work. Min. Softw. Repos. - MSR*, (s. 492–495).
- Destegül, U. (2002). Armutlu Yarımadası’nın potansiyel yerleşim alanlarının coğrafi bilgi sistemi ile analizi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü.
- Destek, M. A. (2016, C. 95). Renewable Energy Consumption and Economic Growth in Newly Industrialized Countries: Evidence from Asymmetric Causality Test. *Renewable Energy*, s. 478.
- Destek, M. A., & Aslan, A. (2017, C.111). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth in Emerging Economies: Evidence From Bootstrap Panel Causality. *Renewable Energy*, s. 757.
- Deutsch, R. (2011). *BIM and Integrated Design, Strategies for Architectural Practice*. Canada: John Wiley and Sons, Inc.
- Dikmen, A. Ç. (2009). Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye’nin Geleceğindeki Yeri,. *Doktora Tezi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Dilli, B. (2018). *Türkiye’de Enerji Sektöründe Gelişmeler Üzerine Notlar-Öneriler*. . Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası.
- Diñçer, A., Uraz, B., Seyrek, K., & Günel, B. (2013). CBS Web Uygulamaları Geliştirilmesinde Performans ve Özelliğe Göre SDK/API Seçilmesi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11-13 Kasım*. ANKARA.
- Ding, L., Zhou, Y., & Akinci, B. (2014). Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD. *Automation in Construction*, s. 82-93.
- Dixon, R. K. (2010, C.38, S.11). US Energy Conservation and Efficiency Policies: Challenges and Opportunities. *Energy Policy*, s. 6398. .

- Doğan, S. (2019). Yenilenebilir enerji kaynakları açısından jeotermal enerji ve istihdam yaratma potansiyelinin değerlendirmesi: Aydın ili örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Doğanay, H., & Coşkun, O. (2017). *Enerji Kaynakları*. İstanbul: Enerji Kaynakları, Pegem Akademi Yayınları.
- Dölek, İ., & Demir, S. (2011, 2(2)). Coğrafi bilgi sistemi (CBS) ile coğrafya derslerine yönelik öğretim materyallerinin hazırlanması. *Sosyal Bilgiler Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, s. 122-143.
- Dünya Bankası. (2015). *Türkiye Enerji Sektöründe Dönüşüm*. Dünya Bankası.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2010). *BIM Handbook Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. John Wiley&Sons, Inc.
- Eastman, J. R. (2001). *Guide to GIS and Image Processing Volume 1*. Clark Labs. USA: Clark University MA.
- Efe, H. (2010). Türkiye'nin Avrupa Birliği Enerji Arz Kaynaklarının Çeşitlendirme Politikalarına Muhtemel Katkıları,. *Enerji Güvenliği Paneli* (s. 66-81). İstanbul: Beykent Üniversitesi Stratejik Araştırma Merkezi.
- Efe, U. (2013). Maden işletmelerinin planlamasında üç boyutlu modelleme (3d) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) uygulamalar. *Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- EIA. (2019). *Petroleum & Other Liquids*. EIA.
- EİGM. (2014). *Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı*. İstanbul: EİGM.
- ELDER. (2020). *Turkey Smart Grid 2023 Vision and Strategy Roadmap Summary Report*. ELDER.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. (2019). *Doğal Gaz Piyasası 2019 Yılı Sektör Raporu*. Ankara: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *2022 Faaliyet Raporu*. Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2016). *Türkiye Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı*. Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2018). *2018 Yılı Faaliyet Raporu*. www.enerji.gov.tr/: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, [//www.enerji.gov.tr/](http://www.enerji.gov.tr/) adresinden alındı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2018). *Dünya ve Türkiye Enerji Kaynakları Görünümü*. Ankara: Strateji Geliştirme Başkanlığı.
- Epstein, E. (2012). *Implementing Successful Building Information Modeling*. Norwood: Artech House.

- Erdal, L., & Karakaya, E. (2012, 31(1)). Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Ekonomik, Siyasi ve Coğrafi Faktörler. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, s. 107-136.
- Erdem, B. (2018). Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Yalın Tasarım Yönetimi Üzerine Bir İnceleme. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Erdener, H. S., Erkan, E., Eroğlu, N., Gür, E., & Baç, N. (2013). *Sürdürülebilir Enerji ve Hidrojen*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- Erdi, A., Durduran, S., & Özkan, G. (2004). Türkiye’de Coğrafi Bilgi Sistemi Çalışmalarında Kurumsal Politikalar ve Bir Öneri. 3. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri* (s. 43-45). İstanbul: F.Ü.
- Erdik, M. (2018). Yapı Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesinin Adaptasyonu. *Yüksek Lisans Tezi*. Balıkesir : Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Erdoğan, S. (2015). Enerji Arz Güvenliği Bağlamında Türkiye’de Enerji Politikaları, . *Doktora Tezi*. Ankara.: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .
- Erkul, H. (2012, 10 (19)). Jeotermal Enerjinin Ekonomik Katkıları ve Çevresel Etkileri: Denizli Kızıldere Jeotermal Örneği. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, s. 1-30.
- Ertunç, E. (2013). Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla trafik kazalarının analizi Antalya örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ertürk, F., Varınca, K. B., & Akkoyunlu, A. (2006). *Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri*. İstanbul: Tasam Yayınları.
- Eskin, M. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevreye ve Ekonomiye Etkisi. *Uzmanlık Tezi*. Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı.
- ethz.ch. (2021). *After the Desertec hype: is concentrating solar power still alive?* <https://ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2017/09/concentrating-solar-power.html> adresinden alındı
- ETKB,. (2021). www.enerji.gov.tr. ETKB,: www.enerji.gov.tr, [erişim tarihi 28.01.2021 adresinden alındı
- European Commission. (2003, L123). Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of Biofuels or Other Renewable Fuels for Transport. *Official Journal of the European Communities*, s. 42-46.
- European Commission. (2004, L283). Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council on the Promotion of Electricity Produced from Renewable Energy Sources in the Internal Electricity Market. *Official Journal of the European Communities*, s. 33-40.
- European Commission. (2009, L140). Directive 2009/28/EC of The European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources

- and Amending and Subsequently Repealing Directives. *Official Journal of the European Communities*, s. 16-62.
- European Commission. (2018, L328). Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources. *Official Journal of the European Communities*, s. 82-209.
- European Photovoltaic Industry Association. (2014). *Global Market Outlook for Photovoltaics 2014-2018*. European Photovoltaic Industry Association.
- Eynon, J. v. (2016). *Construction Manager's BIM Handbook*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Favier, T., & Van Der Schee, J. (2009, 18(4)). Learning geography by combining fieldwork with GIS. *International Research in Geographical and Environmental Education*, s. 261-274.
- Fıstıkoğlu, O. (1996). Su kaynaklarının araştırılması ve yönetiminde coğrafi bilgi sistemlerinin (G.I.S) kullanılması. *Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Fong, H. (2009). *BIM Development - Hong Kong and World Wide Trend*. China.
- Foody, G., & Curran, P. (1994). *Environmental Remote Sensing from Regional to Global Scales*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Gedik, Ö. T. (2015). Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel etkileri. . *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gediz Oral, B., & Arpazlı Fazlılar, T. (2016, 3(1)). Yenilenebilir enerji yatırımlarının finansmanında kamu-özel sektör işbirlikleri: rüzgâr enerjisi santralleri örneği. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, s. 99-115.
- Gençoğlu, M. T., & Cebeci, M. (2001). Büyük Hidroelektrik Santraller ile Küçük Hidroelektrik Santrallerin Karşılaştırılması. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*. İzmir.
- Gerçek, B., Tokdemir, B., İlal, E., & Günaydın, H. (2017). BIM execution process of construction companies for building projects. *9th 88 International Structural Engineering and Construction Conference: Resilient Structures and Sustainable Construction*. Valencia: Valencia Üniversitesi.
- Ghaffarianhoseini, A., Tookey, J., Naismith, N., Azhar, S., Efimova, O., & Raahemifar, K. (2017). Building Information Modelling (BIM) Uptake, Clear Benefits, Understanding Its Implementation, Risks and Challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, s. 1046-1053.
- Gizlenci, Ş., Acar, M., & Şahin, M. (2012, 8(3)). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (Biyodizel, Biyoetanol ve Biyokütle) Projeksiyonu. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, s. 337-344.
- Goeddecke, M., Therdthianwong, S., & Gheewala, S. (2007, 35 (6)). Life cycle cost analysis of alternative vehicles and fuels in Thailand. *Energy Policy*, s. 3236-3246.

- Goodchild, M. F., Bradley, O., & Steyaert, L. (1993). *Environmental Modeling with GIS*. London: Oxford University Press.
- Gökçen, H. (2007). *Yönetim Bilgi Sistemleri*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- graphisoft.akamaized.net/. (2021, Nisan 11). *Autodesk Revit*. graphisoft.akamaized.net: <https://graphisoft.akamaized.net/cdn/ftp/techsupport/documentation/IFC/Interoperability%20with%20Structural%20Disciplines.pdf> adresinden alındı
- Grimshaw, D. J. (1994). *Bringing GIS Into Business*. London: Longman.
- Gutierrez, Y. G. (2014). Kelluntekun : Rich Internet Application For Collaborative Snippet Management, Using Oows2 . 0 And Vaadin. *2014 33rd Int. Conf. Chil. Comput. Sci. Soc.*, (s. 107–115).
- Güçlüer, D. (2010). Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBS – Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemi İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- Güleç, A. (2019). *Küresel Yenilenebilir Enerji Trendleri*. İstanbul: The Deloitte Times.
- Güleç, Ö. (2013). Denizli Tarihi Yerleşim ve Arkeolojik Yapılar Coğrafi Bilgi Sistemi. *Yüksek Lisans Tezi*. Denizli: Pamukkale Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gülen, J., & Çeşmeli, Ç. (2012, 5(1)). Biyogaz Hakkında Genel Bilgi ve Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları. *Erzincan Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, s. 65-84.
- Güleş, H. K. (2000). Rekabet Üstünlüğü Ve Bilisim Teknolojileri. *Verimlilik Dergisi*.
- Güneş, M., & Arslan, T. (2018, C.4, S.7). Enerji Bağımlılığında Avrupa Birliği, Rusya, Türkiye Üçgeni ve Doğu Akdeniz Alanı. *International Journal of Humanities and Education*, s. 133.
- Gürbüz, C. v. (2019). Dünyada ve Türkiye’de Karbon Ticareti ve Karbon Muhasebesi Uygulamaları Üzerine Bir Araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*.
- Hao, X., & Tang, H. (2010). Struts Spring Hibernate integrated framework and its use in log accounting and analyzing system. *Proc. - 2010 2nd Int. Conf. Multimed. Inf. Netw. Secur MINES 2010*, (s. 936–939).
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflow*. Indianapolis: John Wiley & Sons, Inc. .
- Hasdemir, M., & Demir, M. (1994, 44(3-4)). Orman Yollarının planlamasında coğrafi bilgi sistemlerinden (GIS) yararlanma olanakları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, s. 89-102.
- He, Y., Zheng, Y., Deng, J., & Pan, H. (2016). Design and implementation of a POI collection and management system based on public map service,. *4th Int. Conf. Ubiquitous Positioning, Indoor Navig. Locat. Serv. - Proc. IEEE UPINLBS 2016*, (s. 197-200).

- Heo ve arkadaşları, (2021), “*Case Study of Solar Photovoltaic Power-Plant Site Selection for Infrastructure Planning Using a BIM-GIS-Based Approach*”
- Heiman, M. K., & Solomon, B. (2004, 94(1)). Power to the People: Electric Utility Restructuring and the Commitment to Renewable Energy. *Annals of the Association of American Geographers*, s. 94-116.
- Honça, H. L. (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkileri: Türkiye Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*,. Konya: KTO Karatay Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hoşcan, Y. (2006). *Bilgi Teknolojileri ve Politikası*. Eskişehir. : Anadolu Üniversitesi Yayınları .
- <http://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik>. (2021, Nisan 4). Enerji Atlası. Hidroelektrik Santralleri. <http://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/> adresinden alındı
- <https://iklim.csb.gov.tr>. (2021, Nisan 13). *Karbon Piyasaları*. <https://iklim.csb.gov.tr>: <https://iklim.csb.gov.tr/gonullu-karbon-piyasaları-i-4391> adresinden alındı
- <https://www.mfa.gov.tr/>. (2021, Nisan). <https://www.mfa.gov.tr/>. Paris Antlaşması: <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasması.tr.mfa> adresinden alındı
- Huang, M., & Tian, Y. (2010). RIAs and OGC web services based geospatial data searching and visualization. *2nd Int. Conf. Inf. Eng. Comput. Sci. - Proceedings, ICIECS 2010*, (s. 1-4).
- Huynh, N. T., & Sharpe, b. (2013, 112(1)). An assessment instrument to measure geospatial thinking expertise. *Journal of Geography*, s. 3-17.
- IEA. (2017). *Tracking Clean Energy Progress 2017*. IEA.
- IEA. (2018). *World Energy Outlook 2018*. Fransa: IEA.
- IEA. (2019). *International Energy Outlook 2019*. Washington: IEA.
- IEA. (2019). *Key World Energy Statistics, 2019*. IEA.
- IEA. (2020). *World Energy Outlook 2020*. Fransa: IEA.
- IEA. (2021). *Renewable Energy Market Update: Outlook for 2020 and 2021*. IEA.
- IEA. (2021). *Turkey 2021 Energy Policy Review*. IEA.
- IEA, International Energy . (2019). *International Energy Outlook 2019*. Washington: IEA, International Energy.
- İlter, H. K. (2007). Bilgi Sistemleri Perspektifinden Kurumsal Kaynak Planlaması: Etkiler Ve Değerlerİ. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sos. Bilimler Dergisi*.
- Inusah, Y. (2018). Kentsel Türk İnşaat Sektöründe Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) Uygulamalarının Yaygınlığı ve Uygulamalardaki Başarı Düzeyleri Üzerine Bir İnceleme. *Yüksek Lisans Tezi*. Antalya: Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.

- investinafyon.gov.tr. (2021, Nisan 5). <http://investinafyon.gov.tr>. <http://investinafyon.gov.tr/assets/upload/dosyalar/100kwp-50kwp-25kwp-guclerde-gunes-enerjisinden-elektrik-enerjisi-uretimi-sistemi-fizibilite-raporlari.pdf> adresinden alındı
- IRENA. (2019). *Renewable Energy Statistics 2019*. Abu Dhabi: IRENA.
- IRENA and OECD. (2017). *Perspectives For The Energy Transition: Investment Needs for a Low-Carbon Energy System*. IRENA and OECD.
- IRENA, OECD/IEA and REN21. (2018). *Renewable Energy Policies in a Time of Transition*. IRENA, OECD/IEA and REN21.
- İsa, S. M. (2016). Hibernate ORM query simplification using hibernate criteria extension (HCE). *NICS 2016 - Proc. 2016 3rd Natl. Found. Sci. Technol. Dev. Conf. Inf. Comput. Sci.*, (s. 23–28).
- İşeri, E., & Özen, C. (2012, (47)). Türkiye’de Sürdürülebilir Enerji Politikaları Kapsamında Nükleer Enerjinin Konumu. *istanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, s. 161-180.
- Ito, K. (2017, C.151). CO2 Emissions, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from Panel Data for Developing Countries. *International Economics*.
- Jensen, A., & Johannesson, E. (2013). *Building information modelling in Denmark and Iceland*.
- Jensen, P. (2008). Integration of Considerations for Facilities Management in Design, Design Management in the Architectural Engineering and Construction Sector: CIB W096. *Architectural Management & TG49*, s. 191-199.
- Jo, I., & Bednarz, S. (2014, 113(5)). Dispositions toward teaching spatial thinking through geography: Conceptualization and an exemplar assessment. *Journal of Geography*, s. 198-207.
- Jonghe, C. v. (2009, C.37, S.11). Interactions Between Measures for the Support of Electricity from Renewable Energy Sources and CO2 Mitigation. *Energy Policy*, s. 474.
- Kabakuş, N., Tortum, A., & Çodur, M. (2012, 2(2)). Erzurum’un ilçelerinde meydana gelen trafik kazalarının coğrafi bilgi sistemleri ile değerlendirilmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, s. 78-92.
- Kahia, M., Aissa, M., & Charfeddine, L. (2014, C.116). Impact of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on Economic Growth: New Evidence from the MENA Net Oil Exporting Countries. *Energy*, s. 102.
- Kalkan, V. D., & Keskin, H. (2005, Güz, 1 35). KOBİ’lerde Bilgi Yönetimi Süreci ve Araçları. *Bilig*, s. 173-204 .
- Kallel, R., Boukettaya, G., & Krichen, L. (2014, 4 (1)). *Renewable Energy Research (IJRER)*, s. 210-223.

- Kammen, M. D. (2004). Encyclopedia of Energy,. *Encyclopedia of Energy, Volume 5*, s.389.
- Kapluhan, E. (2014, (29)). Coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) coğrafya öğretiminde kullanımının önemi ve gerekliliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, s. 34-59.
- Karaarslan, E. K. (2018). Türkiye ve Almanya’da Yenilenebilir Enerji Kaynakları - Sürdürülebilir Kalkınma İlişkisi. *Yüksek Lisans Tezi*,. Çankırı : Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karakayacı, Z. (2011). Tarım arazilerinin değerlemesinde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılması: Konya ili Çumra ilçesi örneği. *Doktora Tezi*. Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karalı, Ş. (2017). Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye ve Dünya ekonomisine katkısı. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karataş, İ. (2018). Danışmanlık Hizmetlerinde Yapı Bilgi Modelleme. *Yüksek Lisans Tezi*. Osmaniye: Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Karataş, S. (2009). Türkiye’de yenilenebilir kaynaklar içerisinde rüzgâr ve güneş enerjilerinin yeri. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Karatepe, A. (2007). Coğrafi bilgi teknolojilerinin coğrafya öğretiminde kullanılması. *Doktora Tezi*. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y., & Kurt, R. (2011, 13(19)). Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, s. 63-75.
- Kavaz, İ. (2018). Küresel Piyasalar Kapsamında ABD’nin Son Dönem Enerji Politikaları. *Seta Perspektif*, s. 1-8.
- Kaya, T. O. (2018). Sürdürülebilirlik kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve önemi. *Yüksek Lisans Tezi*. Aksaray: Aksaray Üniversitesi Fen .
- Kervankıran, İ. (2012, 25). Afyonkarahisar İlinde Jeotermal Enerji Kullanımı ve Sorunları. *Marmara Coğrafya Dergisi*, s. 108-126.
- Kılıç, R., & Urgun, N. (2016). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelmenin Ülke Ekonomisine Etkileri ve Türkiye’nin Enerjideki Dışa Bağımlılığın Azaltılmasına Yönelik Katkıları. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, s. 148-166.
- Kılıç, S., & Yücel, F. (2013, 10(1)). Sürdürülebilir Bölgesel Kalkınma Üzerine Ekolojik Bir Yaklaşım. *Cağ University Journal of Social Sciences*, s. 37-56.
- Kocakuşak, R. (2018). Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin Türkiye’deki önemi ve GES kurulum araştırması. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Maltepe Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Koç, E., & Şenel, M. (2013, 54). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makine Dergisi*, s. 639.

- Koç, E., & Şenel, M. (2013, 54(639)). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makine*, s. 32-44.
- Koç, H., & Aksoy, B. (2017). *Coğrafya öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Koçak, E., & Şarkgüneşi, A. (2017, C.100). The Renewable Energy and Economic Growth Nexus in Black Sea and Balkan Countries. *Energy Policy*, s. 151.
- Koçak, H. (2009, (25)). Coğrafi bilgi sistemlerinin kentsel yaşam kalitesinin yükseltilmesine etkileri üzerine bir değerlendirme. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, s. 141-148.
- Koçaslan, G. (2010, (1)). Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Çerçevesinde Türkiye’nin Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Yeri ve Önemi. *Sosyal Bilimler Dergisi*, s. 53-61.
- Koçel, T. (2003). *İşletme Yöneticiliği*. İstanbul: Beta yayınları.
- Koçgündüz, M. (2009). Hazar Bölgesi Enerji Politikaları. *Yüksek Lisans Tezi*,. Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Koçhan Arı, N. (2013). Hidroelektrik enerji santrallerinin bölgesel değişimi analizi: Giresun örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul.: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kopuz, B. (2015). İnşaat Projelerinde Etkin Bir BIM Uygulaması İçin. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Korkusuz, M. (2012). *Türk Vergi Kanunları Ve Diğer İlgili Mevzuat Hükümleri Kapsamında Karbon Ticaretinin Vergilendirilmesi*,. Ankara: ÇOB İklim Değişikliği Dairesi Başkanlığı Proje Ekibi,.
- Köşker, N. (2012, 4(3)). Sınıf öğretmeni adaylarının mekânsal biliş yeterliliklerine ilişkin düşünceleri. *Zeitschrift für die Welt der Türken/Journal of World of Turks*, s. 161-173.
- KPMG. (2018). *New Drivers Of The Renewable Energy Transition*. KPMG.
- Krygiel, E., & Nies, B. (2008). *Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling*. Sybex.
- Kumar, K., & Sahu, O. (2013, 1 (2)). Hydrogen Energy as Advance Renewable Resource. *Sustainable Energy*, s. 32-37.
- Kuntay, G. (2017). Yapı Projelerinde Uluslararası Ortaklık Oluşturmak için Nedenler ve Proje yönetimi Sürecini Etkileyen Problemler Üzerine Bir İnceleme: Ulaşım Projeleri Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Kurulgan, M. (2004). Bilgi Teknolojilerinin Üniversite Kütüphanelerinde Yönetim İşlevleri Üzerine Etkileri ve Türkiye’deki Uygulamaya İlişkin Bir Araştırma. *Doktora Tezi*. Eskişehir: Anadolu Üniv. Sos. Bil. Enst.
- Külebi, A. (007). *Türkiye’nin Enerji Sorunları ve Nükleer Enerji*. Ankara: Bilgi Yayınevi.

- Külekeçi, Ö. C. (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, s. 83-91.
- Laakso, M., & Kiviniemi, A. (2012). *The IFC standard: A review of History, development, and standardization, Information Technology*.
- Laiserin, J. (2021, Nisan 17). *Comparing Pommes and Naranjas*. <http://www.laiserin.com/:http://www.laiserin.com/features/issue15/feature01.php> adresinden alındı
- Laiserin, J. (2021, Nisan 15). *Comparing Pommes and Naranjas*. <http://www.laiserin.com:ttp://www.laiserin.com/features/issue15/feature01.php>, 07.05.2018 adresinden alındı
- Laudon, K. C., & Laudon, J. (1994). *Management Information Systems*. New Yorks: MacMillan Publishing Company.
- Laurini, . R., & Thompson , D. (1992). *Fundamentals of Spatial Information Systems. Academic, London*. London: Academic.
- Ledur, C., Griebler, D., Manssour, I., & Fern, L. (2016). Towards a Domain-Specific Language for geospatial data visualization maps with Big Data sets. *Proc. IEEE/ACS Int Conf. Comput. Syst. Appl. AICCSA*, (s. 1–8).
- Leitao, N. C. (2014, C.4, S.3). Economic Growth, Carbon Dioxide Emissions, Renewable Energy and Globalization. *International Journal of Energy Economics and Policy*, s. 392.
- Lévy, F. (2011). *BIM in Small-Scale Sustainable Design*. Wiley.
- Lin, B., & Moubarak, M. (2014, C.40). Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus for China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, s. 111-112.
- Liu, S., Xie, B., Tivendal, L., & Liu, C. (2015). Critical Barriers to BIM Implementation in the AEC Industry. *International Journal of Marketing Studies*.
- Lopes, P., Fonte, C., See, L., & Bechtel, B. (2017). Using OpenStreetMap data to assist in the creation of LCZ maps. *2017 Jt. Urban Remote Sens. Event, JURSE*.
- Lovins, A. (2004). Energy Efficiency, Taxonomic Overview . *Encyclopedia of Energy, Volume 2*, s.388.
- Löwstett, L., & Khomiri, M. (2014). *BIM and information transfer - A Study of IFC-based Technology in the Management Phase*.
- Lund, H. (2010). Renewable Energy Systems: The Choice and Modeling of 100%Renewable Solutions,. *Elsevier*, s. 296.
- Lund, H., Andersen, , A., Østergaard, , P., Mathiesen, , B., & Connolly, , D. (2012, 42 (1)). From electricity smart grids to smart energy systems—a market operation based approach and understanding. *Energy*, s. 96-102.
- Lund, J. (2004). Geothermal Direct Use. *Encyclopedia of Energy*.

- Luqman, M., Ahmad , N., & Bakhsh, K. (2019, C.139). Nuclear Energy, Renewable Energy and Economic Growth in Pakistan: Evidence from Non-linear Autoregressive Distributed Lag Model. *Renewable Energy*, s. 1299-1300.
- Luttenberger, L. R. (2015, C.49). The Barriers to Renewable Energy Use in Croatia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, s. 646-651.
- maabir.com. (2021, Nisan). <https://maabir.com/>. maabir.com: <https://maabir.com/hidroelektrik-enerjisi-nedir/> adresinden alındı
- Madsen, L. M., & Rump, C. (2012, 36(1)). Considerations of how to study learning processes when students use GIS as an instrument for developing spatial thinking skills. *Journal of Geography in Higher Education*, s. 97-116.
- Maji, İ. K., Sulaiman , C., & Abdul, A. (2019, C.5). Renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus: A Fresh Evidence from West Africa. *Energy Reports*, s. 384-385.
- Maraş, H. H. (1999). Coğrafi veri tabanı güncelleştirmesine yönelik coğrafi bilgi sistemi tasarımı ve uygulaması. *Doktora Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Matějka, P., & Tomek, A. (2017). Ontology of BIM in a Construction Project Life Cycle. *Creative Construction Conference 2017 CCC 2017*. Primosten, Croatia: Creative Construction Conference.
- Menegaki, A. N. (2011, C.33). Growth and Renewable Energy in Europe: A Random Effect Model with Evidence for Neutrality Hypothesis. *Energy Economics*, s. 257-263.
- Miettinen, R., & Paavola, S. (2014). Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. *Automation in Construction*, s. 84-91.
- MMO. (2016). *Türkiye'nin Enerji Görünümü*. Ankara: TMMOB Makina Mühendisleri Odası.
- Mohler, J. L. (2008, 72(2)). A review of spatial ability research . *Engineering Design Graphics Journal*, s. 19-30.
- MTA. (2020). www.mta.gov.tr. MTA, 2020: <http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita> adresinden alındı
- Mukherjee, A., Tari, Z., & Bertok, P. (2011). A spring based framework for verification of service composition. *Proc. - 2011 IEEE Int. Conf. Serv. Comput. SCC 2011*, (s. 258-265).
- Muratoğlu, H. (2015). BIM Kullanımının Tasarım Aşamasında Kaynaklanan Uyuşmazlık Üzerine Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Mutlu, E. (2013). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Ekonomisi ve Ankara İline Ait SWOT Analizler. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Kültür Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Mutluoğlu, Ö. (2004). Coğrafi bilgi sistemi oluşturulmasında konumsal veri toplama yöntemlerinin karşılaştırılması. *Doktora Tezi*. Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Nesteb, A., Aarrestad, M., Lohne, J., & Bohne, P. (2016). *Integration of BREEAM-NOR in Construction Projects: Utilizing the Last Planner System*.
- Nguyen, H. T., & Pearce, J. (2010, 84(5)). Estimating potential photovoltaic yield with r. sun and the open source Geographical Resources Analysis Support System. *Solar Energy*, s. 831-843.
- Nizamuddin, N., Meutia, I., & Ardiansyah, A. (2018). Development of WebGIS Application for Updating Spatial Data of Paddy Fields. *2018 Int. Conf. Electr. Eng. Informatics*, (s. 139-144).
- NRC. (2005). *Learning to think spatially: GIS as a support system in the K-12 curriculum*. Washington: National Academies Press.
- Nurlu, E. (2000, 1(1)). Çevre yönetiminde coğrafi bilgi sistemi. *Muğla Üniversitesi SBE Dergisi*, s. 147-153.
- Ocak, F., Sert, S., & Ünsal, Ö. (2012). *ArcGIS for Desktop 10.1*. Ankara: Esri Türkiye Yayını.
- Ofloğlu, S. (2009). *Yapı Bilgi Modelleme: Gereksinim ve Birlikte Çalışılabilirlik*.
- Okan, D. (2018). Web CBS ve Açık Kaynak Kodlu Kampüs Bilgi Sistemi Uygulaması. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi. Bilişim Enstitüsü.
- Öktem, S. (2016). BIM'e Geçiş Sürecinin Organizasyonel ve Operasyonel Çerçevesi. . *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Öktem, S., & Ertuğral, O. (2017). *Örneklerle BIM ve Kullanımı, 2017 yılı meslek içi Eğitim Seminerleri*. İstanbul.
- Ökten, B. (2017). Türk İnşaat Sektöründe Küçük ve Orta Ölçekli Firmalarda Bilgi Yönetimi. *Doktora Tezi*. TC. MSGSU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Öz Döşer, A. M. (2016). Integration Of BIM To Facility Management. *MSc. Thesis*. İstanbul: Mimar Sinan Fine Arts University Institute Of Science And Technology.
- Özcan, M. (2013). Türkiye Elektrik Enerjisi Üretim Genişletme Planlamasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Etkileri. *Doktora Tezi*. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özge, R. E. (2009). Mimarlık Pratiğinde Yapı Bilgi Sistemleri. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Özorhon, B. (2018). *Yapı Bilgi Modellemesi IBB Anadolu Yakası Raylı Sistem Projeleri*. İstanbul: Abaküs.

- Özsabuncuoğlu, İ., & Atilla, U. (2005). *Doğal Kaynaklar Ekonomi, Yönetim ve Politika*. Ankara: İmaj Yayınevi.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., & Gerçekler, M. (2016, 4(4)). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: BRICS-T ülkeleri üzerine panel ARDL analizi. *Siyaset Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, s. 111-130.
- Öztürk, H. H. (2013). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Özyurt, M., & Dönmez, G. (2005). Alternatif Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi. *III. Yenilenebilir Enerji Sempozyumu*. Mersin. .
- Pandey, H., Rastogi, H., & Gupta, C. (2017). Web-based network management system implemented using Hibernate, JBoss and spring framework. *2nd Int. Conf. Telecommun Networks, TEL-NET 2017*, (s. 1–5).
- Park, J., & Cai, H. (2017). *WBS-based dynamic multi-dimensional BIM database for total construction as-built documentation*. Automation in Construction.
- Pinheiro, A. v. (2015). Implementing interoperability in a Brazilian seismic event database. *10th Iber. Conf. Inf. Syst. Technol. Cist. 2015*.
- PWE ve APLUS Enerji. (2020). *Türkiye'nin Elektrik Piyasasına Genel Bakış*, . PWE ve APLUS Enerji.
- Race, S. (2012). *BIM Demystified*. London: RIBA Publishing.
- Reddy, K. P. (2012). *BIM for Building Owners and Developers: Making a Business Case for Using BIM on Projects*. John Wiley & Sons, Inc. .
- Reddy, S., & Painuly, J. (2004, 29). Diffusion of Renewable Energy Technologies Barriers and Stakeholders' Perspectives. *Renewable Energy*, s. 1431–1447.
- REN21. (2017). Renewables 2017 Global Status Report. *Renewables 2017 Global Status Report*. REN21.
- Resmi Gazete. (2021). 30860 Sayı ve 16 Ağustos 2019 Tarihli Resmi Gazete. Resmi Gazete.
- Resmi Gazete. (2021). 31304 Sayı ve 14 Kasım 2020 Tarihli Resmi Gazete. Resmi Gazete.
- Ross, C., Sperling, E., & Guhathakurta, S. (2016, C.88). Adopting a New Energy Economy in the United States. *Energy Procedia*, s. 140.
- Rossini, L. F., Fioravanti, A., & Trento, A. (2015). Project Risk Modelling Information and Management Framework How to enhance risk management framework improve actor mutual understanding using BIM and Augmented reality tools. *ECAADE 2015: Real Time - Extending the Reach of Computation* (s. 577-584). ECAADE .
- Sabancı University IICEC. (2020). *Turkey Energy Outlook 2020*. İstanbul: Sabancı University.
- Sabol, L. (2008). Building Information Modeling & FM. *IFMA World Workplace*.
- Sanchez-Lozano, J. M., Teruel-Solano, J., Soto-Elvira, P., & Garcia-Cascales, M. (2013, 24). Geographical Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Making

- (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, s. 544-556.
- Sarı, R. (2017). An Investigation Of Building Information Modeling Maturity In Turkish Small-Medium Size Enterprises Architectural And Engineering Firms. *Master Thesis*. Ankara: Middle East Technical University.
- Sarıçiçek, T. (2019). Türkiye’de Mimarlık Şirketleri için BIM Uygulama Yol Haritası. *Yüksek Lisans Tezi*. Gaziantep: Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı.
- Satman, A. (2015). *Türkiye’nin Enerji Vizyonu*. Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası.
- Savrul, M. (2010). AB İlişkileri Çerçevesinde Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının İktisadi Açından Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. Çanakkale : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Schmid, S., Galicz, E., & Reinhardt, W. (2015). WMS performance of selected SQL and NoSQL databases. *ICMT 2015 - Int. Conf. Mil. Technol.*, (s. 1-6).
- Selim, S. (2019). Türkiye’de Yapı Bilgi Modellemesinin Mimari Projelerde Kullanımı Üzerine Bir Uygulama Çalışması. *Yüksek Lisans Tezi*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı.
- Sevim, C. (2013). *Küresel Enerji Stratejileri ve Jeopolitik*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Shaffer, B. (2006, 8(2)). Turkey’s Energy Policies in a Tight Global Energy Market. *Insigt Turkey*, s. 97-104.
- Singapore BIM Guide . (2013). *Building and Construction Authority*. Singapore : Singapore BIM Guide .
- Singh, A., Chawla, P., Singh, K., & Singh, A. (2018). Formulating an MVC Framework for Web Development in Java,. *Proc. 2nd Int. Conf. Trends Electron. Informatics, ICOEI*, (s. 926–929).
- Sivas, Ö. E., & Özdemir, E. (2003). Bilgi Toplumunda Turizm. *II. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi* (s. 353-364). İzmit: Kocaeli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi.
- Slim, V. (2016). *Energy Transitions: History, Requirements, Prospects*. Praeger Publishing.
- Smith, P. (2014). BIM implementation - Global strategies. *Procedia Engineering*, s. 482-492.
- Sorensen, B. (1991, January–February). A History Of Renewable Energy Technology. *Energy Policy*, s. 8-12.
- Sönmez, M. (2008). Web Tabanlı CBS ile Bergama’nın Turizm Coğrafyasında Kültürel Miras Değerlendirmesi. *Yüksek Lisan Tezi*. İzmir: Ege Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Star, J., & Estes, J. (1990). *Geographical Information Systems: An Introduction*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Straatman, P. J., & Van Sark, W. (2008, 82 (6)). A new hybrid ocean thermal energy conversion–Offshore solar pond (OTEC–OSP) design: A cost optimization . *Solar Energy*, s. 520-527.
- Sultana, S., & Dixit, S. (2017). Indexes in PostgreSQL. *IEEE Int. Conf. Innov. Mech. Ind. Appl. ICIMIA 2017 - Proc.*, no. Icimia, (s. 512–515).
- Sun, Y., & Xu, Z. (2010). Design solution of Scientific Research Achievements Management System based on .NET multi-layer architecture. *2010 Int. Conf. Intell. Comput. Technol. Autom. ICICTA 2010*, (s. 68–70).
- Sungur, B., Özdoğan, M., Topaloğlu, B., & Namlı, L. (2017, 58 (686)). Küresel Enerji Tüketimi Bağlamında Mikro Kojenerasyon Sistemlerinin Teknik ve Ekonomik Değerlendirilmesi. *Engineer*, s. 1-20.
- Şen, Z. (2002). *Temiz Enerji Ve Kaynakları*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları.
- Şengelen, H. (2016). Yenilenebilir enerji kaynakları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin panel veri analizi ile incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tahri, M., Hakdaoui, M., & Maanan, M. (2015, 51). The evaluation of solar farm locations applying Geographic Information System and Multi-Criteria Decision-Making methods: Case study in southern Morocco. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, s. 1354-1362.
- Tamzok, N. (2018). *Türkiye'nin enerji görünümü 2018*. Ankara: TMMOB Oda Raporu.
- Taş, H. İ. (2006, 11(16)). Coğrafya eğitiminde görselleştirmenin önemi: Mekansal algılamaya pedagojik bir yaklaşım. *Doğu Coğrafya Dergisi*, s. 211-237.
- Taşdemir, Ş. (2014). Enerji Kaynaklarında Dışa Bağımlılık Sorununun Makroekonomik Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*. Hatay: Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Taştan, H. (1999). Coğrafi bilgi sistemlerinde veri kalitesi. *Doktora Tezi*. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tecim, V. (2008). *Coğrafi Bilgi Sistemleri, Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi*. Ankara: Renk Form Ofset Matbaacılık.
- TEİAŞ. (2020). www.teias.gov.tr. TEİAŞ: <https://www.teias.gov.tr> adresinden alındı
- Tellal, E. (2010, 65(3)). Zümrüdüanka: Rusya Federasyonu'nun Dış Politikası. *Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, s. 189-236.
- Tercan, A. (2007). *Nedenleri ve Nasıllarıyla Biyokütle Enerjisi*. Ankara: Art Ofset Matbaacılık.

- The BIM Dictionary. (2021, Nisan 17). <https://bimdictionary.com>.
<https://bimdictionary.com/tr/building-information-modelling/1/>:
<https://bimdictionary.com/tr/building-information-modelling/1/> adresinden alındı
- Tıratacı, H. (2006). Yurtdışı Yol İnşaatı Projelerinde Proje Yönetimi İlkeleri Uygulamaları ve Afganistan’da Bir Proje Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- TMMOB. (2017). *Türkiye’nin Enerji Görünümü*. Ankara: TMMOB Makina Mühendisleri Odası.
- TMMOB. (2016). *Türkiye’nin Enerji Görünümü-2018*. İstanbul: TMMOB Oda Raporu.
- Tonta, Y. (1999, Aralık). Bilgi Toplumu Ve Bilgi Teknolojisi. *Türk Kütüphaneciliği*, s. 363-375.
- Torunoğlu Gedik, Ö. (2015). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Torunoğlu, G. (2015). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Turk, Ž. (2016). Ten questions concerning building information modelling. *Building and Environment*, s. 274-284.
- Turoğlu, H. (2011). *Coğrafi bilgi sistemlerinin temel esasları*. İstanbul: Çantay Kitapevi.
- Turunç, Ö. (2006). Bilgi Teknolojileri Kullanımının İşletmelerin Örgütsel Performansına Etkisi. *Doktora Tezi*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı.
- TÜİK. (2021). <http://www.tuik.gov.tr/>. Türkiye İstatistik Kurumu: <http://www.tuik.gov.tr/> adresinden alındı
- Türkiye Sınai Kalkınma Bankası. (2020). *Enerji Görünümü 2020*. Ankara: Türkiye Sınai Kalkınma Bankası.
- Uğurlu, A., & Gokcol, C. (2017, 1(4)). An overview of Turkey’s renewable energy trend. *Journal of Energy Systems*, s. 148-158.
- Uğurlu, Ö. (2006). Türkiye’de çevresel güvenlik bağlamında sürdürülebilir enerji politikaları. *Doktora Tezi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ulusaler, K. (2018). *Enerjide Geçiş Sürecinin Görünümü*. Ankara: TMMOB Makine Mühendisleri Odası.
- Ulusoy, A., & Daştan Baraktar, C. (2018, 7.7.17). Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik vergisel teşviklerin değerlendirilmesi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, s. 123-160.
- UN. (2007). *Climate Change: Impacts, Vulnerabilities and Adaptation in Developing Countries*. United Nations Framework Convention on Climate Change.

- UN. (2019). *World Economic Situation Prospects*. UN.
- Union of Concerned Scientists. (2019). /www.ucsusa.org. [www.ucsusa.org: https://www.ucsusa.org/resources/each country-share-co2-emissions](https://www.ucsusa.org/resources/each-country-share-co2-emissions) adresinden alındı
- Uyan, M. (2013, 28). GIS-based solar farms site selection using analytic hierarchy process (AHP) in Karapinar region, Konya/Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, s. 11-17.
- Uyguçgil, H. (2016). *Coğrafi bilgi sistemlerine ilişkin temel kavramları*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Web-Ofset.
- Üçüncü, B. (2020, Nisan). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulaması- GeoServer*,. /www.bayramucuncu.com: <https://www.bayramucuncu.com/cografi-bilgi-sistemleri-uygulamasi-geoserver/>, adresinden alındı
- Ünsal, Ö. (2017). Yerel Yönetimlerde Entegre Coğrafi Bilgi Sistemi ve İş Zekası Uygulaması. *Yüksek Lisans Tezi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ürker, O., & Çobanoğlu, N. (2017, 3(2)). Türkiye’de Hidroelektrik Santraller’in Durumu (HES’ler) ve Çevre Politikaları Bağlamında Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, s. 65-88.
- Üstün, A. K., Apaydın, M., Başaran , F., & Kurban , M. (2010). Kyoto Protokolü Kapsamında Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış. *V Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu*, (s. 23-28). Eskişehir.
- Üstün, G. E., & Genç, B. (2015, 29(2)). Dünyada ve Türkiye’de Biyoyakıtların Durumu. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, s. 157-164.
- Varınca, K. B., & Gönüllü, M. (2006). Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma. *I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi - UGHEK* (s. 270-275). Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi.
- Varınca, K. B., & Varank, G. (2005). Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü.
- Vartanov, S. (2017). Dynamic symbolic execution of Java programs using JNI. *11th Int. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. CSIT 2017, vol. 2017–March*, (s. 83–86).
- Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014, 38). Building information Modeling BIM for existing buildings- Literature review and future needs. *Automation in Construction*, s. 109-127.
- Volk, R., Stengel, J., & Schultmann, F. (2014). *Building Information Modeling for Existing Buildings*.

- Wang, H., & Song, X. (2015). Research on BIM construction schedule generating algorithm. *International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology*, s. 16-1B: 10.1-10.7.
- Wang, J. J., Jing , Y., Zhang, C., & Zhao , j. (2009). Review on Multi-Criteria Decision Analysis Aid in Sustainable Energy Decision-Making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, s. 2264.
- Wang, X., Truijens, M., Hou, L., Wang, Y., & Zhou, Y. (2014). Integrating Augmented Reality with Building Information Modeling: Onsite construction process controlling for liquefied natural gas industry. *Automation in Construction*, s. 96-105.
- Wong, J., & Yang, J. (2010). Research and Application of Building Information Modelling (BIM) in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry: A Review and Direction for Future Research. *Proceedings of the 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering & Construction (AEC) 9–11 June*, (s. 356-365). Pennsylvania.
- www.tut4dl.com. (2020, Mart 31). *IFC'nin çalışma sistemi*. <https://tut4dl.com/project-management-with-primavera-p6-udemy/>: www.tut4dl.com adresinden alındı
- www.bimexperts.com.br. (2021, Nisan 25). *www.bimexperts.com.br*. Bim Mimarisi: <https://www.bimexperts.com.br/post/graphisoft-archicad-visao-geral> adresinden alındı
- www.bimforum.org/. (2021, Mart 11). *YBM Kullanımı*. https://bimforum.org/wpcontent/uploads/presentations/phillyoctober2009/Messner_AGC_BIMForum_Presentation.pdf: www.bimforum.org/ adresinden alındı
- www.bimgenius.org. (2021, Mart 11). *YBM'de yaşanan problemler*. www.bimgenius.org/uploads/6/3/9/9/63997129/bImgenius_p0001_turkiye_bkm_raporu_rev_1.pdf: www.bimgenius.org adresinden alındı
- www.buildingsmart.org.uk. (2020, Mart 11). *buildingsmart*. <http://www.buildingsmart.org.uk>: www.buildingsmart.org.uk adresinden alındı
- www.buildingsmartturkiye.org. (2020, Mart 31). *IFC'nin çalışma sistemi*. <http://buildingsmartturkiye.org/index.php/paylasimlar/videolar/item/213-bstr-archicad-ve-ifckullaniminda-puf-noktalari-ve-ipuclari-ornek-calisma-videosu>. adresinden alındı
- www.cleanenergywire.org. (2021, Nisan 5). *www.cleanenergywire.org*. [www.cleanenergywire.org](https://www.cleanenergywire.org/easyguide): <https://www.cleanenergywire.org/easyguide> adresinden alındı
- www.coastlearn.org. (2021, Nisan 10). *raster ve vektör veri modeli*. www.coastlearn.org: www.coastlearn.org adresinden alındı
- www.collaborativemodeling.com. (2020, Nisan 11). *www.collaborativemodeling.com*. İşbirlikçi modelleme: http://www.collaborativemodeling.com/bim_interoperability_issues_rev03.htm adresinden alındı

www.csiamerica.com. (2021, Nisan 11). *sap2000*. www.csiamerica.com:
<https://www.csiamerica.com/products/sap2000> adresinden alındı

www.emaarsquaremall.com/. (2020, Mart 11). *Emaar Ssuare Projesi*. Anonim, 2019i.
<https://www.emaarsquaremall.com/hakkimizda>: www.emaarsquaremall.com/
adresinden alındı

www.enerjiportali.com. (2021, Nisan). www.enerjiportali.com. www.enerjiportali.com:
<https://www.enerjiportali.com/dunyada-gunes-enerjisi-solar-uygulamalarina-farkli-ornekler/> adresinden alındı

www.forbes.com. (2021, Nisan 5). *Big Tech's Renewable Energy Spend: Is This 'Greenspinning'?* www.forbes.com:
<https://www.forbes.com/sites/davidrvetter/2019/10/27/big-techs-renewable-energy-spend-is-this-greenspinning/?sh=79b8b516259f> adresinden alındı

www.ibb.istanbul/. (2021, Nisan 11). *İstanbul Büyükşehir Belediyesi Faaliyetleri*.
<https://www.ibb.istanbul/News/Detail/34155>: www.ibb.istanbul/ adresinden alındı

www.ifc.org/. (2020, Mart 11). *OPEN BIM Katmanları*.
https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/corp_ext_content/ifc_external_corporate_site/about+ifc: www.ifc.org/ adresinden alındı

www.imo.org.tr. (2021, Nisan 15). *YBM Modelleri*.
http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/18260_41_00.pdf : www.imo.org.tr
adresinden alındı

www.innsida.ntnu.no. (2020, Mart 11). *Solibri model denetleyicisi*.
<https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/English/Solibri+Model+Checker>:
www.innsida.ntnu.no adresinden alındı

www.kalyongrup.com/. (2021, Nisan 10). *Finanskent Projesi*. www.kalyongrup.com/
adresinden alındı

www.lkd.org.tr. (2021, Mart 31). *IFC çalışma sistemi*. /www.lkd.org.tr:
<https://www.lkd.org.tr/2013/09/25/gnu-30-yasinda/> adresinden alındı

www.manzaraadalar.com.tr/. (2021, Mart 11). *Kartal Manzara AdalarProjesi*.
<http://www.manzaraadalar.com.tr/blog>: www.manzaraadalar.com.tr/ adresinden
alındı

<https://ourworldindata.org/fossil-fuels>, 2021

www.ruzgarenerjisi.com.tr. (2021, Nisan). www.ruzgarenerjisi.com.tr.
www.ruzgarenerjisi.com.tr: <https://www.ruzgarenerjisi.com.tr/ruzgar-enerjisi-nedir/>
adresinden alındı

www.technical.buildingsmart.org/. (2020, Mart 15). *IFC'nin çalışma sistemi*.
<https://technical.buildingsmart.org/standards/bcf/>:
www.technical.buildingsmart.org/ adresinden alındı

www.tekla.com/. (2021, Nisan 11). *tekla-structures*. www.tekla.com:
<https://www.tekla.com/products/tekla-structures> adresinden alındı

- www.tekof.com. (2021, Nisan 10). *Bim nedir?* <http://www.tekof.com/2012/04/bim-nedir-yap-bilgimodellemesi.html> (Erişim tarihi:15.09.2019). adresinden alındı
- www.tmd.studio/. (2021, Mart 11). *YBM Analiz Örnekleri*. www.tmd.studio/blog/2017/7/9/what-is-bim-and-why-do-you-need-it : www.tmd.studio/ adresinden alındı
- www.turkerler.com/. (2020, Mart 15). *Ankara Etlik Kampüs Projesi*. <http://www.turkerler.com/>: www.turkerler.com/ adresinden alındı
- Xiaokun, Y. (2016). Design and Implementation of Student Status Management System Based on SSH2 Framework Technology. *Proc. - 2016 Int. Conf. Smart City Syst. Eng. ICSCSE*, (s. 222–225).
- Yan, H., & Damian, P. (2008). Benefits and barriers of building information modelling. *In 12th International conference on computing in civil and building engineering*. Beijing.
- Yang, C. L., Shiao, S., Huang, C., & Juang, J. (2016). Adoption of OpenStreetMap in Taiwan testing SERVQUAL-based on MCDM methods. *2016 Int. Conf. Appl. Syst Innov. IEEE ICASI 2016*, (s. 7–10).
- Yang, M., & Yu, X. (2015). *Energy Efficiency Benefits for Environmental and Society*. New York: Springer.
- YEGM, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. (2021). *Türkiye Biyokütle Enerji Potansiyeli Atlası*. bepa.vegm.gov.tr: <http://bepa.vegm.gov.tr> adresinden alındı
- Yeniçeri, Ö., & İnce, M. (2005). *Bilgi yönetim stratejileri ve Girişimcilik*. İstanbul: IQ Kültür-Sanat Yayıncılık.
- Yer, B. (2017). BIM Uygulamalarında Sözleşmelerden Kaynaklanan Sorunların İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Yergin, D. (2014). *Enerjinin Geleceğı*. İstanbul: Optimist Yayım Dağıtım.
- Yılmaz, Ö., & Kösem, L. (2011). *Türkiye’ de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli, Kullanımı ve Dışa Bağımlılığı*. İzmir: Ege Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi.
- Young, N. W., Jones, S., & Bernstein, H. (2008). *Building Information Modeling (BIM)-Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity*. Bedford: SmartMarket Report.
- Yumrutaş, H. İ. (2014, 1(2)). Coğrafi bilgi sistemi tabanlı kentsel altyapı yönetim sistemi (KAYSİS) yazılımı tasarımı. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, s. 38-46.
- Zou, Y., Kiviniemi, A., & Jones, S. (2016). Developing a tailored RBS linking to BIM for risk management of bridge projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, s. 727-750.
- Zul-Atfi, I., Noraini, H., Shahrizan, B., & Azrul, M. (2015). *BIM Technologies Applications in IBS Building Maintenance*.



EKLER

EK- A. Örnek Servis Çağırma Kodu

```
aracEkle_do.php x
1 <?php
2 session_start();
3 require_once('../inc_functions.php');
4
5 $data = array(
6     'lang' => $_SESSION["lang"],
7     'token' => $_SESSION["userToken"],
8     'user' => $_SESSION["userUserid"],
9
10     'AracSahiplikTuruID' => $_POST["AracSahiplikTuruID"],
11     'Plaka' => $_POST["Plaka"],
12     'Marka' => $_POST["Marka"],
13     'Aciklama' => $_POST["Aciklama"],
14     'MuayeneTarihi' => $_POST["MuayeneTarihi"],
15     'EgzozEmisyonTarihi' => $_POST["EgzozEmisyonTarihi"],
16     'SigortaTarihi' => $_POST["SigortaTarihi"],
17     'KaskoTarihi' => $_POST["KaskoTarihi"],
18     'K2BelgeTarihi' => $_POST["K2BelgeTarihi"],
19     'BakimKM' => $_POST["BakimKM"],
20     'SorumluPersonelID' => $_POST["SorumluPersonelID"],
21     'Aktif' => $_POST["Aktif"],
22 );
23
24 $options = array(
25     'http' => array(
26         'method' => 'POST',
27         'content' => json_encode( $data ),
28         'header' => "Content-Type: application/json\r\n" .
29                     "Accept: application/json\r\n"
30     )
31 );
32 $url="ws_arac_ekle.php";
33
34 $context = stream_context_create( $options );
35 $result = file_get_contents( f_global("WebServiceURL").$url, false, $context );
36 $response = json_decode(preg_replace('/[\x00-\x1F\x80-\xFF]/', '', $result));
37 $ws_status = $response->ws_status;
38 $ws_status_msg = $response->ws_status_msg;
39
40
41 $page = "index.php?result=".$ws_status."&msg=".$ws_status_msg;
42 header('Location:'.$page);
43 die();
44
45 ?>
```

EK- B: Örnek Servis Yanıt Kodu

```
ws_arac_ekle.php x
1 <?php
2 require_once('inc_header.php');
3 require_once('inc_functions.php');
4
5 $resp = array();
6 $content = trim(file_get_contents("php://input"));
7 $decoded = json_decode($content, true);
8
9 $AracSahiplikTuruID = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["AracSahiplikTuruID"]));
10 $Plaka = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["Plaka"]));
11 $Marka = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["Marka"]));
12 $Aciklama = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["Aciklama"]));
13 $MuayeneTarihi = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["MuayeneTarihi"]));
14 $EgzozEmisyonTarihi = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["EgzozEmisyonTarihi"]));
15 $SigortaTarihi = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["SigortaTarihi"]));
16 $KaskoTarihi = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["KaskoTarihi"]));
17 $K2BelgeTarihi = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["K2BelgeTarihi"]));
18 $BakimKM = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["BakimKM"]));
19 $SorumluPersonelID = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["SorumluPersonelID"]));
20 $Aktif = TRYapDB(f_SQLs($decoded ["Aktif"]));
21
22 $ws_status = '1';
23 $ws_status_msg = 'OK';
24
25 require_once('inc_db_conn.php');
26 $s="insert into Arac(AracSahiplikTuruID,Plaka,Marka,Aciklama,MuayeneTarihi,EgzozEmisyonT
27 $s=$s." values('".$AracSahiplikTuruID."', '".$Plaka."', '".$Marka."', '".$Aciklama."', '
28
29 try {
30
31     if(odbc_exec($baglanti,$s)){
32         //ok
33     }
34     else {
35         throw new Exception("Problem Olustu.");
36     }
37 }
38 catch(Exception $e){
39     $ws_status = '0';
40     $ws_status_msg = $e->getMessage();
41 }
42
43 $resp['ws_status'] = $ws_status;
44 $resp['ws_status_msg'] = $ws_status_msg;
45
46 echo json_encode($resp);
```

EK- C. Servis Kod Listesi

 include_mail	 ws_izinTalep_ekle.php	 ws_satTalep_teklifOnay1.php
 inc_db_conn.php	 ws_izinTalep_list.php	 ws_satTalep_teklifOnay2.php
 inc_functions.php	 ws_izinTalep_Onay1.php	 ws_uretim_ay.php
 inc_header.php	 ws_izinTalep_Onay2.php	 ws_uretim_raporu.php
 mail_test.php	 ws_izinTalep_sil.php	 ws_uretim_saat.php
 SIL2021_03_07_ws_odeme_listesi_detay.php	 ws_kontrol_robotlog.php	 ws_uretim_trend.php
 SIL2021_03_07_ws_odeme_listesi_guncelle.php	 ws_kontrol_veri.php	 ws_vardiyaDefter_ekle.php
 test.php	 ws_kontrol_veri_sil.php	 ws_vardiyaDefter_gecmis.php
 ws_arac_detay.php	 ws_kullanici_detay.php	
 ws_arac_ekle.php	 ws_kullanici_ekle.php	
 ws_arac_guncelle.php	 ws_kullanici_guncelle.php	
 ws_arac_liste.php	 ws_kullanici_liste.php	
 ws_aracGorev_ekle.php	 ws_login_control.php	
 ws_aracGorev_guncelle.php	 ws_logout.php	
 ws_aracGorev_tamamla_detay.php	 ws_makineTakip_ekle.php	
 ws_AracID_AcikGorevUyari.php	 ws_makineTakip_gecmis.php	
 ws_AracID_CikisKM_bul.php	 ws_odeme_listesi_ekle.php	
 ws_AracID_CikisYeri_bul.php	 ws_odeme_listesi_list.php	
 ws_bakimkontrolform_kaydet.php	 ws_odeme_listesi_sil.php	
 ws_bakimPlan_durum_degistir.php	 ws_odeme_listesi_tamam.php	
 ws_bakimPlan_ekle.php	 ws_osos_manuel_giris_detay.php	
 ws_bakimPlan_list.php	 ws_osos_manuel_giris_guncelle.php	
 ws_combo.php	 ws_santral_detay.php	
 ws_dokuman_izleme.php	 ws_santral_grup.php	
 ws_dosya_ekle.php	 ws_santral_guncelle.php	
 ws_dosya_list.php	 ws_santral_liste.php	
 ws_duyuru_ekle.php	 ws_santral_unite_detay.php	
 ws_duyuru_gecmis.php	 ws_santral_unite_guncelle.php	
 ws_formTanim_detay.php	 ws_santral_unite_liste.php	
 ws_formTanim_list.php	 ws_satTalep_ekle.php	
 ws_generic.php	 ws_satTalep_faturaGirisi.php	
 ws_golet_seviye_ekle.php	 ws_satTalep_list.php	
 ws_golet_seviye_liste.php	 ws_satTalep_sil.php	
 ws_izinHakkedis.php	 ws_satTalep_teklifGirisi.php	

EK- D. Framework7 UI Kit Üzerinde Geliştirilen Uygulamanın PHP5.X'te Kodlanması



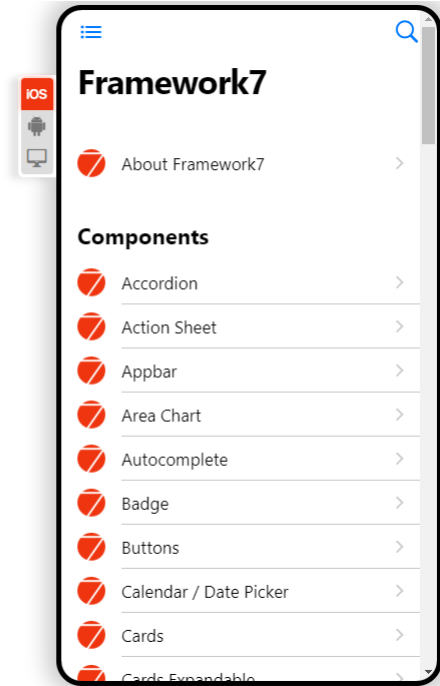
**Build full featured iOS,
Android & Desktop apps**

 **Get Started**

[Docs](#) [Templates](#) [Apps Showcase](#) [Forum](#)

MIT Licensed, v6.0.21 released on June 9, 2021

 16,221 stars 3,277 forks [Support Framework7](#)



Build Apps For Any Platform

With such stunning set of UI components that Framework7 provides right from the box, it allows to create web apps, progressive web apps (PWA) and iOS and Android apps with native look and feel.

Framework7 paired with extra tools like Electron and NW.js allows to build native desktop apps.



Use Anything You Love!

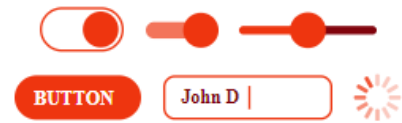
You can use any tools you love when working with Framework7. It doesn't force you to use anything except plain HTML, CSS and JavaScript. Creating apps with Framework7 is easy as creating website.

And in addition to vanilla JavaScript library, Framework7 comes with Vue.js, React and Svelte components to bring components-syntax, structured data and data bindings with power and simplicity of Vue.js, React or Svelte.



Stunning Set Of UI Elements

Framework7 comes with a stunning and unreachable set of ready to use UI elements and widgets like dialogs, popup, action sheet, popover, list views, tabs, side panels, layout grid, preloader, form elements, cards and many many more...



Rich Ecosystem

Framework7 Core

Core JavaScript Framework

Framework7 Vue

Framework7 Vue.js Components

Framework7 React

Framework7 React Components

Framework7 Svelte

Framework7 Svelte Components

Framework7 CLI

Ultimate tool to start Framework7 app development

Framework7 Icons

Ultimate collection of ready to use icons

Templates

Official and community starter apps and templates

Plugins

Collection of official and community plugins

Jobs & Developers

Framework7 jobs & developers portal

Forum

Community forum and support

Blog

Official Framework7 blog

Apps Showcase

Showcase of apps made with Framework7



EK- E. Komponentler

App / Core	Accordion / Collapsible	Action Sheet / Actions
AppBar	Area Chart	Autocomplete
Badge	Block / Content Block	Button
Calendar / Datepicker	Cards	Checkbox
Chips / Tags	Color Picker	Contacts List
Data Table	Dialog	Elevation
Floating Action Button / AB	Form Data / Storage	Gauge
Grid / Layout Grid	Icons	Infinite Scroll
Inputs / Form Inputs	Lazy Load	Link
List View	List Index	Login Screen
Menu	Menu List	Messagebar
Messages	Navbar	Notification
Page	Panel / Side Panels	Photo Browser
Picker	Pie Chart	Popover
Popup	Preloader	Progressbar
Pull to Refresh	Radio	Range Slider
Searchbar	Sheet Modal	Skeleton
Smart Select	Sortable List	Statusbar
Stepper	Subnavbar	Swipeout
Swiper	Tabs	Text Editor
Timeline	Toast	Toggle
Toolbar / Tabbar	Tooltip	Treeview
View/Route		

EK- F. mC2'nin Android Playstore Üzerinden Uygulama Olarak İndirilebilirliği

 Google Play

Ara

 Uygulamalar

Kategoriler ▾

Ana Sayfa

Üst sıralar

Yeni yayınlar



mc² Enerji Santrali Opr. Yön.

Corfeva mc² İş

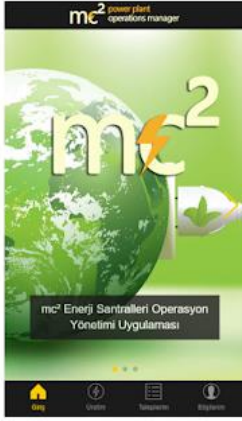
★★★★★ 6

Tüm yaşlar

Hiçbir cihazınız yok

İstek Listesi'ne ekle

Yükle



mc² Enerji Santrali Operasyon Yönetimi

Referanslar

YENİLİKLER

EK- G. Uygulamanın Kod Listesi

 css	 duyuruMenu.php	 odemelListesiEkle.php	 vardiyaDefterGecmisTarihSec.php
 fonts	 ekysListe.php	 odemelListesiEkle_do.php	 vardiyaDefterMenu.php
 framework7	 ekysListeDocGoster.php	 odemelListesiList.php	
 img	 finansMenu.php	 odemelListesiSil_do.php	
 img_customer	 formTanimListe.php	 odemelListesiTamam_do.php	
 js	 goletSeviyeGiris.php	 operasyon.php	
 pages	 goletSeviyeGiris_do.php	 ososManuelGiris.php	
 aracDuzenle.php	 goletSeviyeSantral.php	 ososManuelGirisForm.php	
 aracDuzenle_do.php	 inc_header.php	 ososManuelGirisForm_do.php	
 aracEkle.php	 inc_local_service.php	 santralDuzenle.php	
 aracEkle_do.php	 index.php	 santralDuzenle_do.php	
 aracGorevEkle.php	 insanKaynaklariMenu.php	 santralListe.php	
 aracGorevEkle_do.php	 izinHakkedis.php	 santralUniteDuzenle.php	
 aracGorevTamamla.php	 izinTalepEkle.php	 santralUniteDuzenle_do.php	
 aracGorevTamamla_do.php	 izinTalepEkle_do.php	 santralUniteListe.php	
 aracListe.php	 izinTalepListe.php	 satTalepEkle.php	
 aracListe2.php	 izinTalepOnay1_do.php	 satTalepEkle_do.php	
 aracTakipMenu.php	 izinTalepOnay2_do.php	 satTalepFaturaGirisi_do.php	
 arizaBildirimEkle.php	 izinTalepSil_do.php	 satTalepListe.php	
 arizaBildirimEkle_do.php	 kontrolRobotLog.php	 satTalepMenu.php	
 bakimKontrolFormKaydet.php	 kontrolVeri.php	 satTalepSil_do.php	
 bakimKontrolFormKaydet_do.php	 kontrolVeri_Sil.php	 satTalepTeklifGirisi_do.php	
 bakimPlanDurumDegistir_do.php	 kullaniciDuzenle.php	 satTalepTeklifOnay1_do.php	
 bakimPlanEkle.php	 kullaniciDuzenle_do.php	 satTalepTeklifOnay2_do.php	
 bakimPlanEkle_do.php	 kullaniciEkle.php	 sistemYonetimiMenu.php	
 bakimPlanListe.php	 kullaniciEkle_do.php	 uretimAy.php	
 bakimPlanMenu.php	 kullaniciListe.php	 uretimGecmis.php	
 dosyaEkle.php	 makineTakipEkle.php	 uretimGrafik.php	
 dosyaEkle_do.php	 makineTakipEkle_do.php	 uretimRaporu.php	
 dosyaListe.php	 makineTakipGecmis.php	 uretimSaat.php	
 dosyaMenu.php	 makineTakipGecmisTarihSec.php	 userInfo.php	
 duyuruEkle.php	 makineTakipMenu.php	 vardiyaDefterEkle.php	
 duyuruEkle_do.php	 odemelListesiDuzenle.php	 vardiyaDefterEkle_do.php	
 duyuruGecmis.php	 odemelListesiDuzenle_do.php	 vardiyaDefterGecmis.php	

EK- H. mC2 Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Veritabanı Tasarımı

Nesne Türü	Nesne Sayısı
Stored Proc.	7
Sistem Tablosu	67
Tablo	40
View	32

Veritabanı Tablo Listesi

Tablo Listesi
Arac
AracGorev
BakimPlan
DokumanIzleme
Dosya
Duyuru
EPIASfiyat
FormD
FormH
FormTanimD
FormTanimH
FormTanimSantral
GenelTanim
IzinTalep
Kullanici
KullaniciTip
Kur
LogApp
LogRobot
MakineTakip
Musteri
OdemeTakip
OSOS_Site
Santral
SantralDengelemeTanim
SantralFizibilite
SantralGIP
SantralGrup
SantralSuSeviye
SantralUnite
SantralUretim
SantralUretimPlan
SatFirma
SatRol

SatTalep
Sysdiagrams
T_SantralUretimAy
T_SantralUretimGunOzet
T_SantralUretimYil
VardiyaDefteri

Veritabanı Alan Listesi

Tablo Adı	Sıra	Alan Adı	Veri Tipi	Uzunluk
Arac	1	ID	int	4
Arac	2	AracSahiplikTuruID	int	4
Arac	3	Plaka	nvarchar	100
Arac	4	Marka	nvarchar	100
Arac	5	Aciklama	nvarchar	510
Arac	6	MuayeneTarihi	date	3
Arac	7	EgzozEmisyonTarihi	date	3
Arac	8	SigortaTarihi	date	3
Arac	9	KaskoTarihi	date	3
Arac	10	K2BelgeTarihi	date	3
Arac	11	BakimKM	int	4
Arac	12	SorumluPersonelID	int	4
Arac	13	Aktif	smallint	2
AracGorev	1	ID	int	4
AracGorev	2	AracID	int	4
AracGorev	3	AracGorevTipID	int	4
AracGorev	4	Aciklama	nvarchar	510
AracGorev	5	PersonelID	int	4
AracGorev	6	CikisYeri	nvarchar	510
AracGorev	7	CikisTarihi	date	3
AracGorev	8	CikisSaati	time	5
AracGorev	9	CikisKM	int	4
AracGorev	10	VarisYeri	nvarchar	510
AracGorev	11	VarisTarihi	date	3
AracGorev	12	VarisSaati	time	5
AracGorev	13	VarisKM	int	4
AracGorev	14	KayitZamani	datetime	8
AracGorev	15	GuncellemeZamani	datetime	8
BakimPlan	1	ID	int	4
BakimPlan	2	KayitZamani	datetime	8
BakimPlan	3	SantralID	int	4
BakimPlan	4	BakimPlanBolumID	int	4
BakimPlan	5	BakimPlanDurumID	int	4

BakimPlan	6	Tarih	date	3
BakimPlan	7	Aciklama	nvarchar	2000
BakimPlan	8	KapatanID	int	4
BakimPlan	10	KapatmaZamani	date	3
BakimPlan	11	Sorumlu1ID	int	4
BakimPlan	12	Sorumlu2ID	int	4
BakimPlan	13	Sorumlu3ID	int	4
BakimPlan	14	AciklamaOlumlu	nvarchar	8000
BakimPlan	15	AciklamaOlumsuz	nvarchar	8000
DokumanIzleme	1	ID	int	4
DokumanIzleme	2	KullaniciID	int	4
DokumanIzleme	3	DokumanTipi	nvarchar	100
DokumanIzleme	4	Dokuman	nvarchar	400
DokumanIzleme	5	Zaman	datetime	8
Dosya	1	ID	int	4
Dosya	2	Aciklama	nvarchar	4000
Dosya	3	YukleyenID	int	4
Dosya	4	YuklemeZamani	datetime	8
Dosya	5	HatirlatmaTarihi	date	3
Dosya	6	HatirlatmaYapildi	smallint	2
Dosya	7	HatirlatmaKisi1ID	int	4
Dosya	8	HatirlatmaKisi2ID	int	4
Dosya	9	DosyaAdi1	nvarchar	1000
Dosya	10	DosyaToken1	nvarchar	200
Dosya	11	DosyaAdi2	nvarchar	1000
Dosya	12	DosyaToken2	nvarchar	200
Dosya	13	DosyaAdi3	nvarchar	1000
Dosya	14	DosyaToken3	nvarchar	200
Dosya	15	SantralID	int	4
Dosya	16	Tasindi	smallint	2
Dosya	17	YuklemeKaynakID	int	4
Dosya	18	YuklemeKayitID	int	4
Duyuru	1	ID	int	4
Duyuru	2	KayitZamani	datetime	8
Duyuru	3	KayitEdenID	int	4
Duyuru	4	SantralID	int	4
Duyuru	5	Tarih	date	3
Duyuru	6	Saat	time	5
Duyuru	7	Aciklama	nvarchar	1000
Duyuru	8	DuyuruTipID	int	4
EPIASfiyat	1	Tarih	date	3
EPIASfiyat	2	Saat	int	4
EPIASfiyat	3	PTF	float	8
EPIASfiyat	4	SMF	float	8
EPIASfiyat	5	PDF	float	8

EPIASfiyat	6	NDF	float	8
EPIASfiyat	7	SMFyon	smallint	2
FormD	1	ID	int	4
FormD	2	FormHID	int	4
FormD	3	FormTanimDID	int	4
FormD	4	Deger	nvarchar	200
FormH	1	ID	int	4
FormH	2	FormTanimHID	int	4
FormH	3	UniteID	int	4
FormH	4	KayitZamani	datetime	8
FormH	5	KayitKullaniciID	int	4
FormH	6	Aciklama	nvarchar	510
FormH	7	BakimPlanBolumID	int	4
FormH	8	SantralID	int	4
FormTanimD	1	ID	int	4
FormTanimD	2	FormTanimHID	int	4
FormTanimD	3	Sira	smallint	2
FormTanimD	4	Baslik	nvarchar	400
FormTanimD	5	DataTipi	nvarchar	40
FormTanimD	6	comboTanim	nvarchar	100
FormTanimD	7	comboTanimDefaultID	int	4
FormTanimD	8	Zorunlu	smallint	2
FormTanimD	9	Uzunluk	smallint	2
FormTanimD	10	MinGirisDeger	float	8
FormTanimD	11	MaxGirisDeger	float	8
FormTanimH	1	ID	int	4
FormTanimH	2	Adi	nvarchar	500
FormTanimH	3	Aktif	smallint	2
FormTanimH	4	Sira	smallint	2
FormTanimH	5	TalimatDosyaUrl	nvarchar	500
FormTanimSantral	1	ID	int	4
FormTanimSantral	2	FormTanimHID	int	4
FormTanimSantral	3	SantralID	int	4
GenelTanim	1	ID	int	4
GenelTanim	2	Tanim	nvarchar	40
GenelTanim	3	Deger	nvarchar	400
GenelTanim	4	Sira	int	4
IzinTalep	1	ID	int	4
IzinTalep	2	KayitZamani	datetime	8
IzinTalep	3	GirenID	int	4
IzinTalep	4	Avans	nvarchar	200
IzinTalep	5	IzinTipID	int	4
IzinTalep	6	Aciklama	nvarchar	510
IzinTalep	7	BaslangicTarih	date	3
IzinTalep	8	BaslangicSaat	time	5

IzinTalep	9	BitisTarih	date	3
IzinTalep	10	BitisSaat	time	5
IzinTalep	11	IzinSuresiGiren	float	8
IzinTalep	12	IzinSuresiIK	float	8
IzinTalep	13	IzinKalanIK	float	8
IzinTalep	14	Adres	nvarchar	510
IzinTalep	15	Telefon	nvarchar	510
IzinTalep	16	VekilID	int	4
IzinTalep	17	Onay1ID	int	4
IzinTalep	18	Onay1	smallint	2
IzinTalep	19	Onay1Zamani	datetime	8
IzinTalep	20	Onay1Aciklama	nvarchar	510
IzinTalep	21	OnayciIKID	int	4
IzinTalep	22	OnayIK	smallint	2
IzinTalep	23	OnayIKZamani	datetime	8
IzinTalep	24	OnayIKAciklama	nvarchar	510
IzinTalep	25	IzinDurumID	int	4
Kullanici	1	ID	int	4
Kullanici	2	Isim	nvarchar	100
Kullanici	3	Email	nvarchar	200
Kullanici	4	Sifre	nvarchar	100
Kullanici	5	MusteriID	int	4
Kullanici	6	Durum	int	4
Kullanici	7	SonGirisTarihi	datetime	8
Kullanici	8	KayitTarihi	datetime	8
Kullanici	9	IPAdresi	nvarchar	30
Kullanici	10	KullaniciTipID	int	4
Kullanici	11	SatRolID	int	4
Kullanici	12	SantralID	int	4
Kullanici	13	TCKN	nvarchar	30
Kullanici	14	Santral2ID	int	4
Kullanici	15	IseGirisTarihi	date	3
Kullanici	16	IzinRolID	int	4
Kullanici	17	FinansRolID	int	4
KullaniciTip	1	ID	int	4
KullaniciTip	2	Ad	nvarchar	40
Kur	1	Tarih	date	3
Kur	2	USD	float	8
Kur	3	EUR	float	8
LogApp	1	ID	int	4
LogApp	2	CDATE	datetime	8
LogApp	3	LogType	int	4
LogApp	4	LogMsg	nvarchar	-1
LogRobot	1	ID	int	4
LogRobot	2	CDATE	datetime	8

LogRobot	3	LogType	int	4
LogRobot	4	LogMsg	nvarchar	-1
MakineTakip	1	ID	int	4
MakineTakip	2	KayitZamani	datetime	8
MakineTakip	3	KayitEdenID	int	4
MakineTakip	4	SantralUniteID	int	4
MakineTakip	5	Tarih	date	3
MakineTakip	6	Saat	time	5
MakineTakip	7	Aciklama	nvarchar	1600
MakineTakip	8	SantralID	int	4
MakineTakip	9	BakimPlanBolumID	int	4
Musteri	1	ID	int	4
Musteri	2	Ad	nvarchar	100
Musteri	3	Aktif	tinyint	1
Musteri	4	Unvan	nvarchar	510
OdemeTakip	1	ID	int	4
OdemeTakip	2	KullaniciID	int	4
OdemeTakip	3	KayitTarihi	datetime	8
OdemeTakip	4	SantralID	int	4
OdemeTakip	5	IslemTipiID	int	4
OdemeTakip	6	KurumID	int	4
OdemeTakip	7	Aciklama	nvarchar	1000
OdemeTakip	8	BelgeNo	nvarchar	200
OdemeTakip	9	BelgeTarihi	date	3
OdemeTakip	10	VadeTarihi	date	3
OdemeTakip	11	Tutar	float	8
OdemeTakip	12	ParaBirimiID	int	4
OdemeTakip	13	Tamamlandi	smallint	2
OdemeTakip	14	TamamKullaniciID	int	4
OdemeTakip	15	TamamKayitTarihi	datetime	8
OdemeTakip	16	EkBilgi1	nvarchar	1000
OdemeTakip	17	EkBilgi2	nvarchar	1000
OSOS_Site	1	ID	int	4
OSOS_Site	2	Ad	nvarchar	100
OSOS_Site	3	SiteUrl	nvarchar	510
Santral	1	ID	int	4
Santral	2	Ad	nvarchar	100
Santral	3	OSOS_siteID	int	4
Santral	4	MusteriID	int	4
Santral	5	OSOS_kod	nvarchar	100
Santral	6	OSOS_username	nvarchar	100
Santral	7	OSOS_password	nvarchar	100
Santral	8	Aktif	tinyint	1
Santral	9	EPIAS_username	nvarchar	100
Santral	10	EPIAS_password	nvarchar	100

Santral	13	SantralTip	nvarchar	30
Santral	14	SantralGrupID	int	4
Santral	15	SantralSorumlu1ID	int	4
Santral	16	SantralSorumlu2ID	int	4
Santral	18	TesvikTutariUSD	float	8
Santral	19	TesvikBitisTarihi	date	3
SantralDengelemeTanim	1	Aciklama	nvarchar	400
SantralDengelemeTanim	2	MajorSantralID	int	4
SantralDengelemeTanim	3	BagliSantralID	int	4
SantralFizibilite	1	SantralID	int	4
SantralFizibilite	2	Ay	int	4
SantralFizibilite	3	Uretim	float	8
SantralFizibilite	4	UretimGunluk	float	8
SantralGIP	1	SantralID	int	4
SantralGIP	2	Tarih	date	3
SantralGIP	3	Saat	int	4
SantralGIP	4	TeklifNo	nvarchar	40
SantralGIP	5	Islem	smallint	2
SantralGIP	6	Fiyat	float	8
SantralGIP	7	Miktar	float	8
SantralGrup	1	ID	int	4
SantralGrup	2	Ad	nvarchar	60
SantralGrup	3	Sira	int	4
SantralGrup	4	MGMKod	nvarchar	100
SantralGrup	5	SirketUnvan	nvarchar	510
SantralSuSeviye	1	ID	int	4
SantralSuSeviye	2	KayitZamani	datetime	8
SantralSuSeviye	3	KayitEdenID	int	4
SantralSuSeviye	4	SantralID	int	4
SantralSuSeviye	5	Tarih	date	3
SantralSuSeviye	6	Kot	float	8
SantralUnite	1	ID	int	4
SantralUnite	2	SantralID	int	4
SantralUnite	3	Adi	nvarchar	200
SantralUnite	4	Aktif	smallint	2
SantralUretim	1	SantralID	int	4
SantralUretim	2	Tarih	date	3
SantralUretim	3	Saat	int	4
SantralUretim	4	Veris	float	8
SantralUretim	5	Cekis	float	8
SantralUretimPlan	1	SantralID	int	4
SantralUretimPlan	2	Tarih	date	3
SantralUretimPlan	3	Saat	int	4
SantralUretimPlan	4	MinPlan	float	8
SantralUretimPlan	5	MaxPlan	float	8

SatFirma	1	ID	int	4
SatFirma	2	Ad	nvarchar	400
SatFirma	3	Telefon	nvarchar	100
SatFirma	4	Eposta	nvarchar	200
SatFirma	5	KayitZamani	datetime	8
SatFirma	6	Aktif	int	4
SatRol	1	ID	int	4
SatRol	2	Ad	nvarchar	100
SatTalep	1	ID	int	4
SatTalep	2	Malzeme	nvarchar	600
SatTalep	3	Miktar	float	8
SatTalep	4	BirimID	int	4
SatTalep	5	Tarih	date	3
SatTalep	6	TalepEdenID	int	4
SatTalep	7	TahminiFiyat	float	8
SatTalep	8	DurumID	int	4
SatTalep	9	KayitZamani	datetime	8
SatTalep	10	ParaBirimiID	int	4
SatTalep	11	Aciklama	nvarchar	1000
SatTalep	12	Teklif1FirmaID	int	4
SatTalep	13	Teklif1Fiyat	float	8
SatTalep	14	Teklif1Aciklama	nvarchar	1000
SatTalep	15	Teklif1Secildi	int	4
SatTalep	16	Teklif2FirmaID	int	4
SatTalep	17	Teklif2Fiyat	float	8
SatTalep	18	Teklif2Aciklama	nvarchar	1000
SatTalep	19	Teklif2Secildi	int	4
SatTalep	20	Teklif3FirmaID	int	4
SatTalep	21	Teklif3Fiyat	float	8
SatTalep	22	Teklif3Aciklama	nvarchar	1000
SatTalep	23	Teklif3Secildi	int	4
SatTalep	24	TeklifGirenID	int	4
SatTalep	25	Onay1ID	int	4
SatTalep	26	Onay1Tarihi	datetime	8
SatTalep	27	Onay2ID	int	4
SatTalep	28	Onay2Tarihi	datetime	8
SatTalep	29	Onay3ID	int	4
SatTalep	30	Onay3Tarihi	datetime	8
SatTalep	31	FaturaNo	nvarchar	100
SatTalep	32	FaturaTarihi	date	3
SatTalep	33	FaturaAciklama	nvarchar	1000
T_SantralUretimAy	1	ID	int	4
T_SantralUretimAy	2	Ad	nvarchar	100
T_SantralUretimAy	3	Yil	int	4
T_SantralUretimAy	4	Ay	int	4

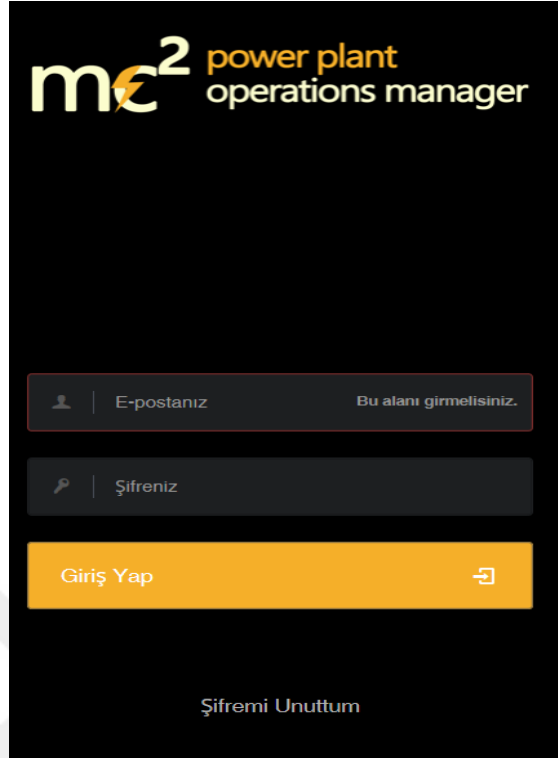
T_SantralUretimAy	5	Net_Satis_Tutari_TL_MTD	float	8
T_SantralUretimAy	6	Net_Satis_Tutari_USD_MTD	float	8
T_SantralUretimAy	7	Veris_MTD	float	8
T_SantralUretimAy	8	Gunluk_Ort_Satis_Fiyati_TL_MTD	float	8
T_SantralUretimAy	9	Gunluk_Ort_Satis_Fiyati_USD_MTD	float	8
T_SantralUretimAy	10	Gun_Oncesi_Odeme_TL_MTD	float	8
T_SantralUretimAy	11	YEK_Satis_Tutari_TL_MTD	float	8
T_SantralUretimAy	12	Yek_Harici_Net_Satis_TL_MTD	float	8
T_SantralUretimAy	13	UretimFizibiliteAylik	float	8
T_SantralUretimAy	14	Yek_Harici_Net_Satis_USD_MTD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	1	ID	int	4
T_SantralUretimGunOzet	2	Ad	nvarchar	100
T_SantralUretimGunOzet	3	Tarih	date	3
T_SantralUretimGunOzet	4	KurUSD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	5	SantralTip	nvarchar	30
T_SantralUretimGunOzet	6	Veris	float	8
T_SantralUretimGunOzet	7	UretimFizibiliteGunluk	float	8
T_SantralUretimGunOzet	8	Veris_MTD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	9	UretimFizibiliteAylik	float	8
T_SantralUretimGunOzet	10	Veris_YTD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	11	Net_Satis_Tutari_TL	float	8
T_SantralUretimGunOzet	12	Net_Satis_Tutari_TL_MTD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	13	Net_Satis_Tutari_USD_MTD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	14	Net_Satis_Tutari_TL_YTD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	15	Net_Satis_Tutari_USD_YTD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	16	Gun_Oncesi_Odeme_TL	float	8
T_SantralUretimGunOzet	17	YEK_Satis_Tutari_TL	float	8
T_SantralUretimGunOzet	18	Yek_Harici_Net_Satis_TL	float	8
T_SantralUretimGunOzet	19	Gunluk_Ort_Satis_Fiyati_TL	float	8
T_SantralUretimGunOzet	20	Gunluk_Ort_Satis_Fiyati_TL_MTD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	21	Gunluk_Ort_Satis_Fiyati_USD_MTD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	22	Gunluk_Ort_Satis_Fiyati_TL_YTD	float	8
T_SantralUretimGunOzet	23	Gunluk_Ort_Satis_Fiyati_USD_YTD	float	8
T_SantralUretimYil	1	ID	int	4
T_SantralUretimYil	2	Ad	nvarchar	100
T_SantralUretimYil	3	Yil	int	4
T_SantralUretimYil	4	Net_Satis_Tutari_TL_YTD	float	8
T_SantralUretimYil	5	Net_Satis_Tutari_USD_YTD	float	8
T_SantralUretimYil	6	Veris_YTD	float	8
T_SantralUretimYil	7	Gunluk_Ort_Satis_Fiyati_TL_YTD	float	8
T_SantralUretimYil	8	Gunluk_Ort_Satis_Fiyati_USD_YTD	float	8
T_SantralUretimYil	9	Gun_Oncesi_Odeme_TL_YTD	float	8
T_SantralUretimYil	10	YEK_Satis_Tutari_TL_YTD	float	8
T_SantralUretimYil	11	Yek_Harici_Net_Satis_TL_YTD	float	8
T_SantralUretimYil	12	Yek_Harici_Net_Satis_USD_YTD	float	8

VardiyaDefteri	1	ID	int	4
VardiyaDefteri	2	KayitZamani	datetime	8
VardiyaDefteri	3	KayitEdenID	int	4
VardiyaDefteri	4	SantralID	int	4
VardiyaDefteri	5	Tarih	date	3
VardiyaDefteri	6	Saat	time	5
VardiyaDefteri	7	Aciklama	nvarchar	1000
VardiyaDefteri	8	VardiyaAciklamaTipID	int	4

Veritabanı View Listesi

View Listesi
V_IzinTalep
V_KullaniciAktif
V_IzinHakkedis
V_AracGorev
V_IzinTalep_KullaniciOnay
V_OdemeTakip
V_HatirlatmaEmail
V_SantralUretim_ManuelRevize
V_BakimPlan
V_VardiyaDefteri
V_Duyuru
V_Santral
V_SantralSuSeviye
V_SantralUretimAyGruplu
V_Kullanici
V_Robot_MaxTarihler
V_SantralUretimYil_SQL
V_SantralUretimAy_SQL
V_SantralUretimGun
V_SantralUretimSaat
V_SantralUretimAy
V_SantralUretimYil
V_Dosya
V_MakineTakip
V_SatTalep
V_DokumanIzleme
V_FormTanim
V_SantralUnite
V_FormD
V_BakimKontrolFormRapor
V_BakimKontrolFormRaporListe
V_BakimKontrolFormRaporListeBaslik

EK- I. mC² Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Uygulaması Kılavuzu



The login screen features the mC² logo and the text "power plant operations manager". It includes input fields for "E-postanız" (Email) and "Şifreniz" (Password), a "Giriş Yap" (Login) button, and a "Şifremi Unuttum" (Forgot my password) link.

mC² power plant operations manager

E-postanız Bu alanı girmelisiniz.

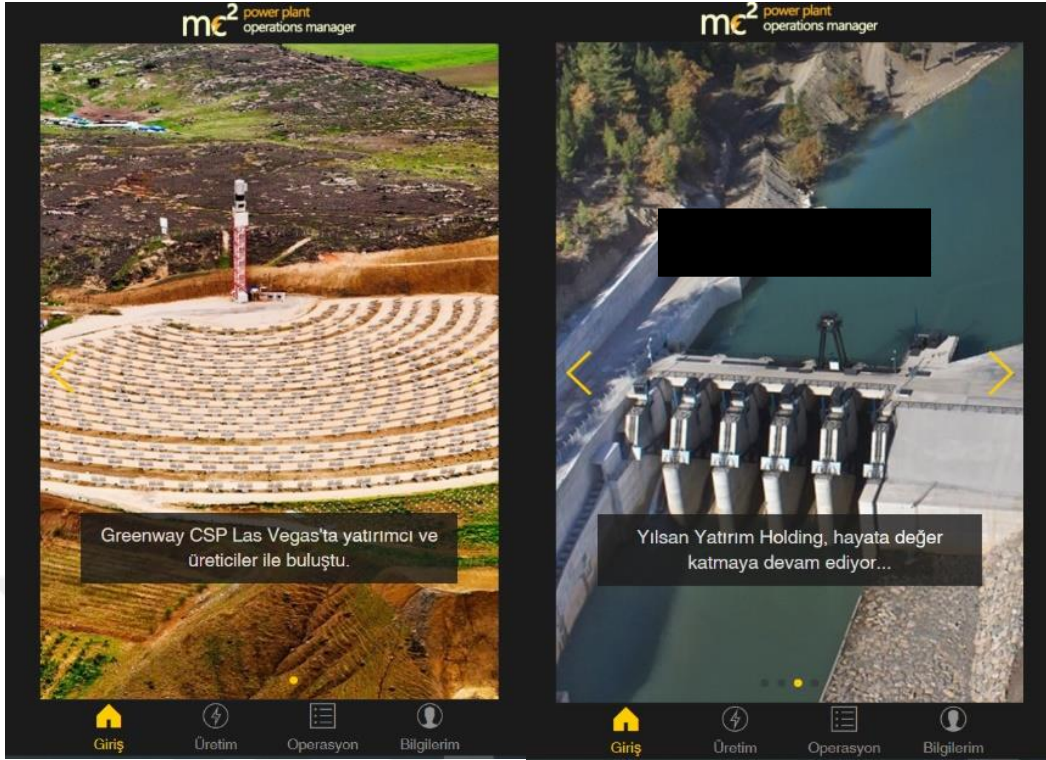
Şifreniz

Giriş Yap

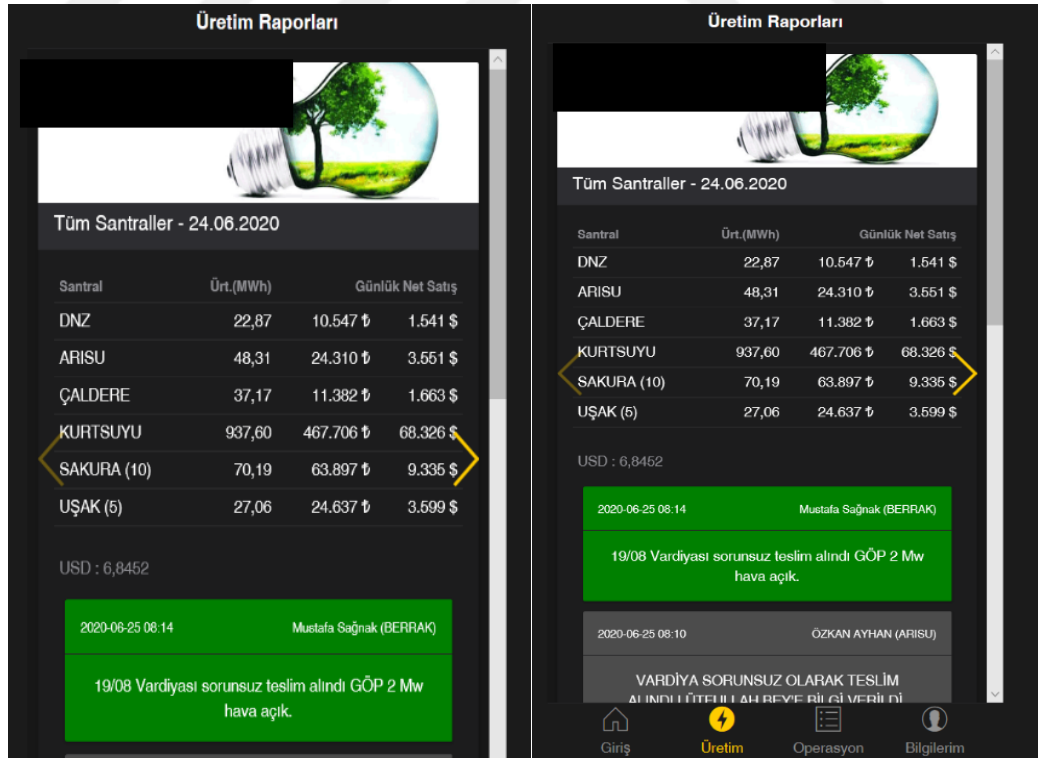
Şifremi Unuttum

mC² Uygulaması Kullanıcı Giriş Menüsü





mC² Giriş Menüsü



mC² Üretim Raporları Menüsü

Üretim Raporları

CALDERE - 24.06.2020

Üretim(MWh) Fizb. Fizb. %

Günlük 37,17 65 %57 ✓

Aylık 1.046,49 1.960 %53 ✓

Yıllık 19.478,22

Satış Durumu

Günlük Net Satış -574 ₺ -84 \$

Gün Öncesi Ödeme 11.382 ₺ 1.663 \$

YEK Satış 18.575 ₺ 2.714 \$

YEK Harici Satış 11.382 ₺ 1.663 \$

Aylık Net Satış -6.462 ₺ -949 \$

Yıllık Net Satış -74.125 ₺ -11.520 \$

Ortalama Satış Fiyatı

Günlük Ort. Satış -15 ₺ -2 \$

Aylık Ort. Satış -6 ₺ -1 \$

Yıllık Ort. Satış -4 ₺ -1 \$

Üretim Raporları

ARISU - 24.06.2020

Üretim(MWh) Fizb. Fizb. %

Günlük 48,31 91 %53 ✓

Aylık 881,88 2.729 %32 ✓

Yıllık 7.034,82

Satış Durumu

Günlük Net Satış 24.310 ₺ 3.551 \$

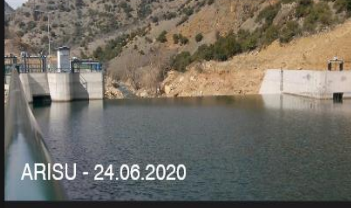
Gün Öncesi Ödeme 10.551 ₺ 1.541 \$

YEK Satış 24.142 ₺ 3.527 \$

YEK Harici Satış 15.152 ₺ 2.214 \$

Aylık Net Satış 433.445 ₺ 63.681 \$

Yıllık Net Satış 3.189.633 ₺ 493.454 \$

Üretim Raporları				
 ARISU - 24.06.2020				
Üretim(MWh)	Fizb.	Fizb. %		
Günlük	48,31	91	%53	✓
Aylık	881,88	2.729	%32	✓
Yıllık	7.034,82			
Satış Durumu				
Günlük Net Satış	24.310 ₺	3.551 \$		
Gün Öncesi Ödeme	10.551 ₺	1.541 \$		
YEK Satış	24.142 ₺	3.527 \$		
YEK Harici Satış	15.152 ₺	2.214 \$		
Aylık Net Satış	433.445 ₺	63.681 \$		
Yıllık Net Satış	3.189.633 ₺	493.454 \$		

Üretim Raporları



DNZ - 24.06.2020

	Üretim(MWh)	Fizb.	Fizb. %	
Günlük	22,87	73	%32	✓
Aylık	189,33	2.177	%9	✓
Yıllık	1.910,87			

<

Satış Durumu

>

Günlük Net Satış	10.547 ₺	1.541 \$
Gün Öncesi Ödeme	1.927 ₺	281 \$
YEK Satış	11.428 ₺	1.670 \$
YEK Harici Satış	6.242 ₺	912 \$
Aylık Net Satış	87.867 ₺	12.879 \$
Yıllık Net Satış	836.257 ₺	130.845 \$

Ortalama Satış Fiyatı

Günlük Ort. Satış	461 ₺	67 \$
-------------------	-------	-------

mC² Üretim Raporları Detaylı Menüsü

< Geri **Yeni Araç Görevi**

Görev Türü

Transfer

Araç

Çıkış Tarihi

25.06.2020

Çıkış Saati

10:04

Çıkış Yeri

Çıkış KM

Açıklama

Kaydet

mC² Araç Takibi

< Geri **Vardiya Çalışma Defteri**

Yeni Çalışma

Geçmiş Çalışmalar

Giriş

Üretim

Operasyon

Bilgilerim

< Geri **Vardiya Çalışması**

Santral

Tarih

25.06.2020

Saat

10:12

Açıklama (İstersen şablon seç ve aşağıda değiştir)

Açıklama

Çalışma Tipi

Rutin Bilgi

Kaydet

mC² Uygulaması Vardiya Çalışma Defteri

< Geri Geçmiş Çalışmalar

Santral

Seçiniz/Required...

Tarih

25.06.2020

Göster

Giriş Üretim Operasyon Bilgilerim

mC² Geçmişe Yönelik Vardiya Çalışma Defteri

< Geri Bakım - Kontrol

Bakım Planı >

Makine Takip Kartı >

Anıza Bildirimi >

HES Saha Kontrol Gözlem Formu >

HES Saha Kont. Formu(Güvercin) >

HES Dizel Jeneratör Kont. Takip Çiz. >

HES Trafo Kont. Formu >

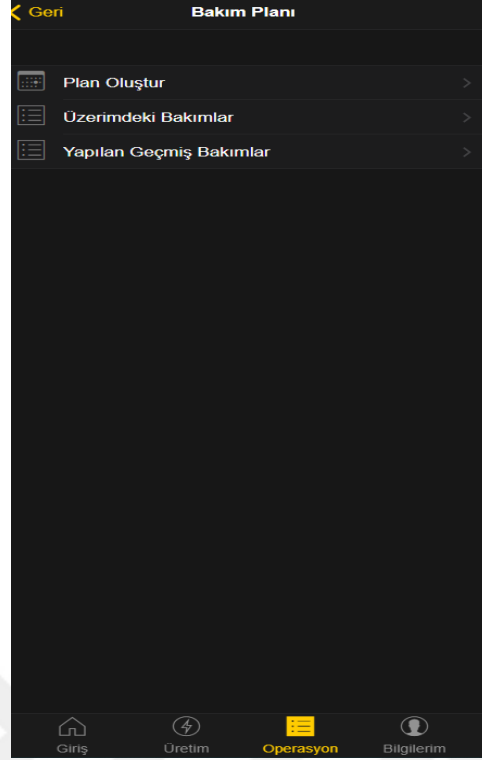
HES Enerji Nakil Hattı Kont. Formu >

TSKB Aylık Rapor >

Test Formu 1 >

Giriş Üretim Operasyon Bilgilerim

mC² Uygulaması Bakım – Kontrol Formları



mC² Uygulaması Bakım Planlama

mC² Uygulaması Bakım Planı Oluşturma

< Geri **Form Kayıt**

Yağ kaçak kontrolü ☐

Su kaçak kontrolü ☐

Redresör ve inv. gözle kont. ☐

AG Panoların kontrolü ☐

OG panoların kontrolü ☐

Drenaj pompalarının kont. ☐

Kablo odası kontrolü ☐

Trafoaların kontrolü ☐

Hat başı direk kontrolü ☐

Cebri boru kontrolü ☐

Y. Havuzu kontrolü ☐

Regülatör kontrolü ☐

Regülatör kapak kontrolü ☐

Açıklama

Kaydet

Giriş Üretim **Operasyon** Bilgilerim

< Geri **Form Kayıt**

Ünite

Ünite devrede mi? ☐

Ünite Gücü 0

Ünite Ön Yatak Titreşimi 0.00

Ünite Ön Yatak Ses Seviyesi 0.0

Ünite Arka Yatak Titreşimi 0.00

Ünite Arka Yatak Ses Seviyesi 0.0

Yağlama yağ seviyesi 0.0

Yağlama yağ sıcaklığı 0.00

HPU yağ seviyesi ☐

HPU yağ sıcaklığı 0

HPU yağ basıncı 0

Soğutma eşanjör su akış değ. 0

Şaft salmastra su akış değeri 0

Giriş Üretim **Operasyon** Bilgilerim

mC² Uygulaması HES Saha Kontrol Gözlem Formu

< Geri **Form Kayıt**

Hararet (°C) 0

Manuel Çalıştırılma (10 dakika) ☐

Jeneratör çalışırken (V-Hz kontrolü) : 0

Jeneratör çalışırken (V-Hz kontrolü) t 0

Yağ basıncı (bar) 0.0

Jeneratör Kabinin temizlik durumu ☐

Jeneratör Kab. aydınlatma kontrolü ☐

Hava filtresi kontrolü ☐

Çalışma Saati (h) 0

Devir Sayısı (RPM) 0

Start Sayısı 0

Üretilen Elektrik (KWh) 0

Bakım Kalan Saat 0

Açıklama

Kaydet

Giriş Üretim **Operasyon** Bilgilerim

< Geri **Form Kayıt**

Ünite

Yakıt Seviye Kontrolü

Yağ Seviye Kontrolü ☐

Radyatör Suyunun Kontrolü ☐

Akünün kontrolü (V) 0.0

Elektrik panosu kontrolü ☐

Hararet (°C) 0

Manuel Çalıştırılma (10 dakika) ☐

Jeneratör çalışırken (V-Hz kontrolü) : 0

Jeneratör çalışırken (V-Hz kontrolü) t 0

Yağ basıncı (bar) 0.0

Jeneratör Kabinin temizlik durumu ☐

Jeneratör Kab. aydınlatma kontrolü ☐

Hava filtresi kontrolü ☐

Giriş Üretim **Operasyon** Bilgilerim

mC² Uygulaması Dizel Jeneratör Saha Kontrol Gözlem Formu

< Geri **Form Kayıt**

Alarm Trip-Yağ Seviyesi Trip

Alarm Trip-Basıç Ventili Trip

Tank-Yağ Kaçağı

Tank-Yağ Seviyesi

Tank-Flanş Bağlantı kontrolü

Bushing-Yağ Kaçağı

Bushing-Dış Yüzey Temizliği

Bushing-Kablo Bağlantı Kontrolleri

Bushing-Dış Yüzey Kontrolü

Slikajel-Görsel Kontrol

Slikajel-Bağlantı Kontrolü

Slikajel-Slikajel Değişimi

Yağ Sıcaklığı 0

Açıklama

Kaydet

Giriş Üretim **Operasyon** Bilgilerim

< Geri **Form Kayıt**

Ünite

Gövde-Yağ Kaçağı

Gövde-Paslanma

Gövde-Kirillik

Gövde-Peteklerin Kontrolü

Gövde-Trafo Ayaklarının Kontrolü

Topraklama-Bağlantı Kontrolü

Topraklama-Topraklama Ölçümü (yıl)

Pano-Klemens Bağlantı kontrolü

Pano-Pano iç ve dış yüzel görsel kor

Alarm Trip-Bucholz Alarm

Alarm Trip-Bucholz Trip

Alarm Trip-Termostat Alarm

Alarm Trip-Termostat Trip

Giriş Üretim **Operasyon** Bilgilerim

mC² Uygulaması Trafo Kontrol Gözlem Formu

< Geri **Form Kayıt**

İZOLATÖRLER

KONSOLLAR

DİREK EĞİMİ

TOPRAKLAMA DEĞERİ

YAKIN AĞAÇ DALLARI

TOPRAKLAMA BAĞLANTILARI

KÖŞE BENTLERİN DURUMU

CİVATALARIN KONTROLÜ

TEMEL BETONLARI

UYARI LEVHALARIN DURUMU

KOPUK VEYA LİF ATMASI VARMI

TOPRAK EREZYONU

JUMPER KONTROLÜ

Açıklama

Kaydet

Giriş Üretim **Operasyon** Bilgilerim

< Geri **Form Kayıt**

Ünite

DİREK NO

İZOLATÖRLER

KONSOLLAR

DİREK EĞİMİ

TOPRAKLAMA DEĞERİ

YAKIN AĞAÇ DALLARI

TOPRAKLAMA BAĞLANTILARI

KÖŞE BENTLERİN DURUMU

CİVATALARIN KONTROLÜ

TEMEL BETONLARI

UYARI LEVHALARIN DURUMU

KOPUK VEYA LİF ATMASI VARMI

TOPRAK EREZYONU

Giriş Üretim **Operasyon** Bilgilerim

mC² Uygulaması ENH Kontrol Gözlem Formu

Geri

Form Kayıt

Taşeron yerel personel sayısı

0

İş kazası oldu mu?

Atık oluştu mu?

Şikayet var mı?

Yeni koyulan şikayet mekanizmaları nelerdedir?

Hangi ölçümler yapıldı?
(hava,su,toprak,gürültü)

Alınan bir sertifika ya da eğitim var mı?

Acil durum tatbikatı yapıldı mı?

Gece çalışması yapıldı mı?

Yapıldıysa izin alındı mı?

Tehlikeli madde kullanımı oldu mu?

Açıklama

Kaydet

Geri

Form Kayıt

Ünite

Personel sayısı

0

Yerel personel sayısı

0

Taşeron sayısı

0

Taşeron personel sayısı

0

Taşeron yerel personel sayısı

0

İş kazası oldu mu?

Atık oluştu mu?

Şikayet var mı?

Yeni koyulan şikayet mekanizmaları nelerdedir?

Hangi ölçümler yapıldı?
(hava,su,toprak,gürültü)

Alınan bir sertifika ya da eğitim var mı?

The image displays two side-by-side screenshots of a mobile application interface.

The left screenshot shows the 'Operasyon' (Operations) menu. The title 'Operasyon' is at the top. Below it, a list of menu items is shown, each with an icon and a right-pointing arrow:

- Araç Takip (Vehicle Tracking)
- Vardiya Çalışma Defteri (Shift Work Log)
- Bakım-Kontrol (Maintenance-Control)
- Üretim Giriş/Revize (Production Entry/Revise)
- Gözet Seviye Girişi (Monitoring Level Entry)
- Satınalma (Procurement)
- Finans (Finance)
- İnsan Kaynakları (Human Resources)
- Duyuru (Announcement)
- EKYS Dokümanları (EKYS Documents)
- Dijital Arşiv (Digital Archive)
- Sistem Yönetimi (System Management)

The right screenshot shows the 'Manuel Üretim Girişi' (Manual Production Entry) form. The title 'Manuel Üretim Girişi' is at the top. Below it, there is a 'Geri' (Back) button. The form contains the following fields:

- 'Santral' (Central) field with a dropdown arrow.
- 'Seçiniz/Required...' (Select/Required...) field with a dropdown arrow.
- 'Tarih' (Date) field with a calendar icon, showing the date '27.05.2021'.
- A large yellow 'Göster' (Show) button at the bottom.

< Geri Manuel Üretim Girişi

Santral

Santral Required

Tüm Santraller

Hiçbiri

RES-KARAYEL

RES-SIMAY

JES-YERKA

HES-ARISU

HES-BERRAK

HES-CALDERE

HES-DNZ

HES-KURTSUYU

GES-AKIM (Merkez)

GES-AKIM2

GES-AKIM3

GES-ANADOLU

GES-EGE (Merkez)

GES-GUNES

mC² Uygulaması Üretim Girişi / Revize

< Geri Gölet Seviyesi

Santral

Tarih

28.05.2021

Gölün Su Kotu (mt)

Not:
Bu tarih için daha önce girilmiş veri varsa silinip, yeni girdiğiniz kayıt edilir.

Kaydet

Operasyon

Araç Takip

Vardiya Çalışma Defteri

Bakım-Kontrol

Üretim Giriş/Revize

Gölet Seviye Girişi

Satınalma

Finans

İnsan Kaynakları

Duyuru

EKYS Dokümanları

Dijital Arşiv

Sistem Yönetimi

Giriş Üretim Operasyon Bilgilerim

mC² Uygulaması Gölet Seviyesi Girişi

Satınalma

[Yeni Satınalma Talebi](#)

[Satınalma Taleplerim](#)

Yeni Satınalma Talebi

Tarih
28.05.2021

Malzeme

Miktar
1

Birim
Adet

Tahmini Fiyat
0.00

Para Birimi
TL

Dosya (1)
Dosya Seç Dosya seçilmedi

Dosya (2)
Dosya Seç Dosya seçilmedi

Açıklama

Kaydet

mC² Uygulaması Satın Alma Menüsü

Finans

[Yeni Ödeme Takibi](#)

[Takip Ettiklerim](#) Açık

[Takip Ettiklerim](#) Tamamlanan

Yeni Ödeme

İşlem Tipi

Kurum/Şirket

Santral

Belge No

Belge Tarihi
28.05.2021

Açıklama

Vade Tarihi
28.05.2021

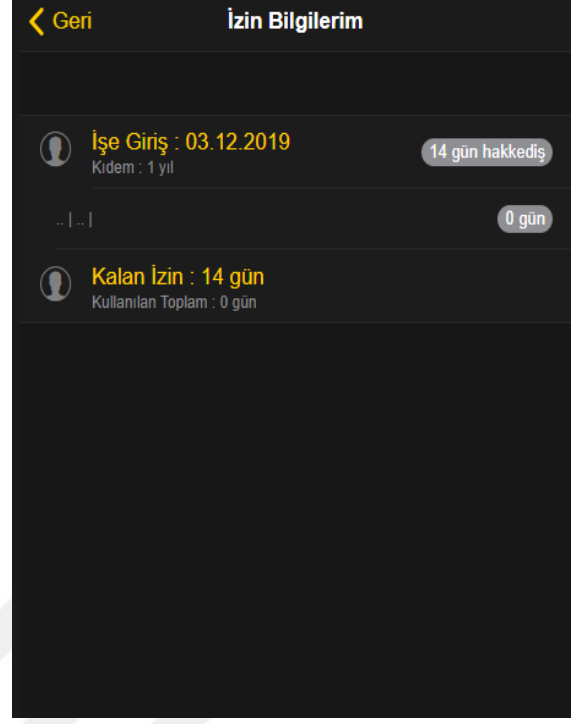
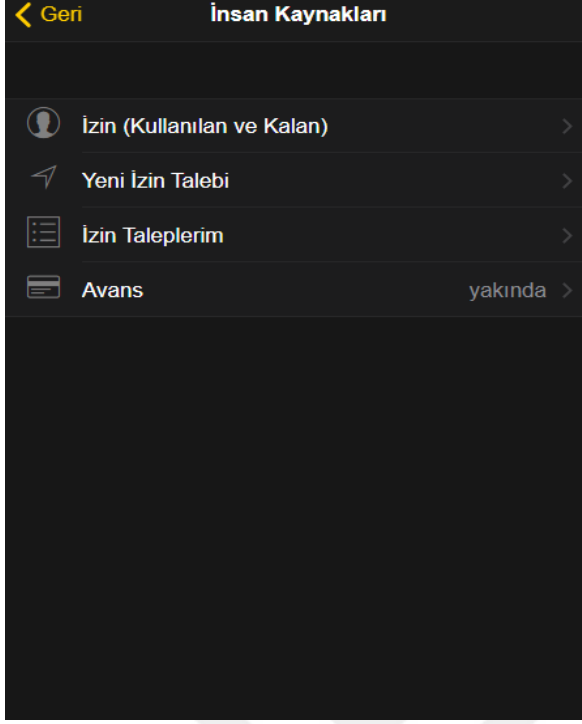
Tutar
0.00

Para Birimi
TL

Ek Bilgi 1

Ek Bilgi 2

mC² Uygulaması Finans Menüsü



mC² Uygulaması İnsan Kaynakları Menüsü

mC² Uygulaması İnsan Kaynakları Menüsü İzin Talebi Oluşturma

[< Geri](#)

Yeni Duyuru

Santral

Tarih

28.05.2021

Saat

15:05

Açıklama (en fazla 500 karakter)

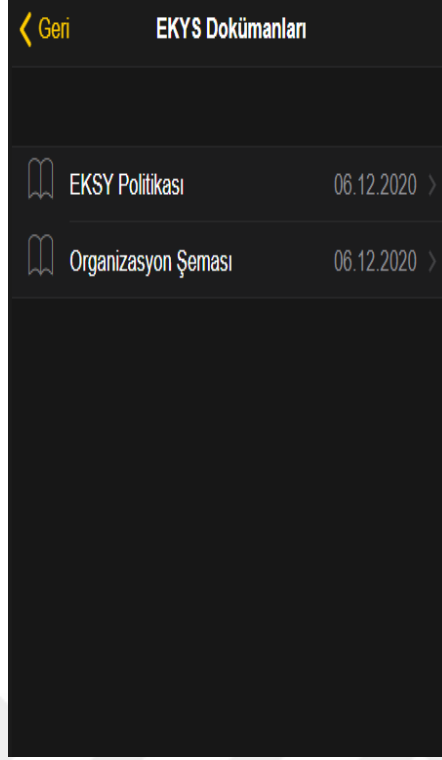
Duyuru Tipi

Renksiz

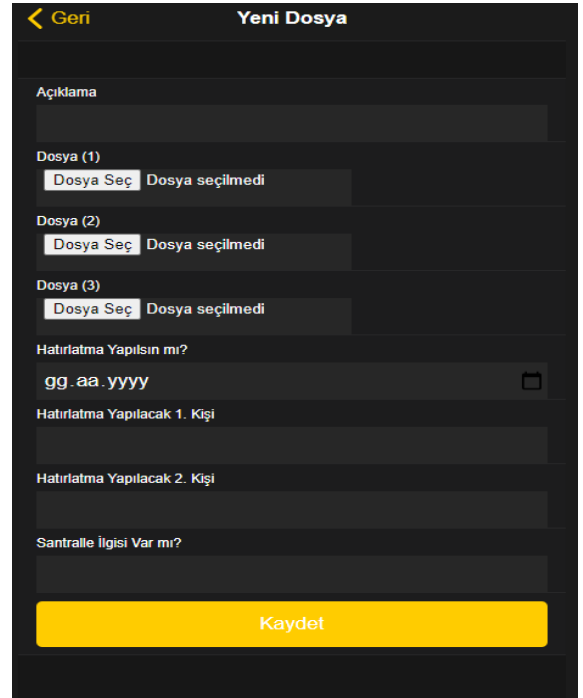
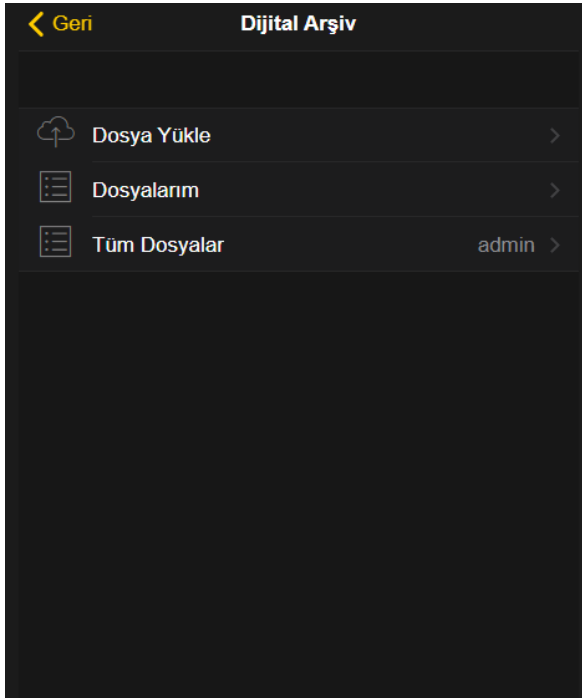
Kaydet

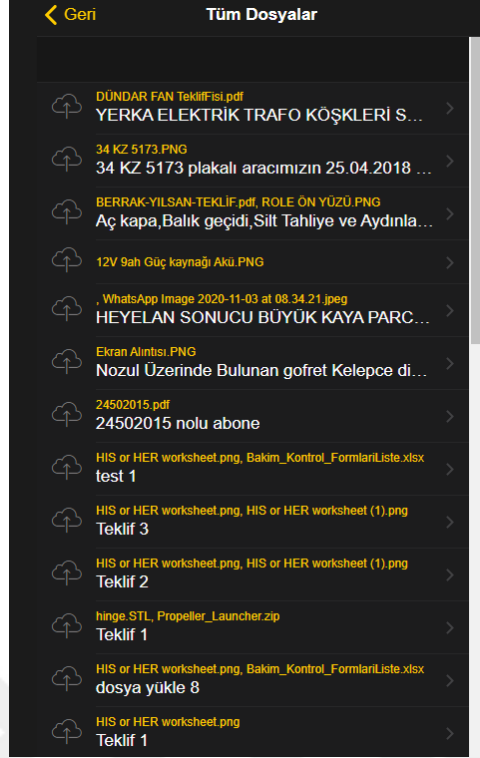
< Geri Duyuru	< Geri Duyurular																								
Yeni Duyuru Geçmiş Duyurular Son 100 >	<table><tr><td>2021-06-06 00:03</td><td>MEHMET KANAT (BERRAK)</td></tr><tr><td>01/02 3 MW satış yapıldı</td><td></td></tr><tr><td>2021-05-28 08:10</td><td>FATİH SÖYLER (BERRAK)</td></tr><tr><td>08/19 Vardiyası sorunsuz teslim alındı.</td><td></td></tr><tr><td>2021-05-28 08:08</td><td>KEMAL ÇONA (BERRAK)</td></tr><tr><td>19/08 Vardiyası sorunsuz teslim edildi.</td><td></td></tr><tr><td>2021-05-27 20:12</td><td>ABDULLAH SANDIKÇI (DNZ)</td></tr><tr><td>VARDİYA TESLİM ALINDI</td><td></td></tr><tr><td>2021-05-27 20:01</td><td>ORÇUN ÖKSÜZ (ARISU)</td></tr><tr><td>Vardiya teslim alındı</td><td></td></tr><tr><td>2021-05-27 19:11</td><td>KEMAL ÇONA (BERRAK)</td></tr><tr><td>19/08 Vardiyası sorunsuz teslim alındı.</td><td></td></tr></table>	2021-06-06 00:03	MEHMET KANAT (BERRAK)	01/02 3 MW satış yapıldı		2021-05-28 08:10	FATİH SÖYLER (BERRAK)	08/19 Vardiyası sorunsuz teslim alındı.		2021-05-28 08:08	KEMAL ÇONA (BERRAK)	19/08 Vardiyası sorunsuz teslim edildi.		2021-05-27 20:12	ABDULLAH SANDIKÇI (DNZ)	VARDİYA TESLİM ALINDI		2021-05-27 20:01	ORÇUN ÖKSÜZ (ARISU)	Vardiya teslim alındı		2021-05-27 19:11	KEMAL ÇONA (BERRAK)	19/08 Vardiyası sorunsuz teslim alındı.	
2021-06-06 00:03	MEHMET KANAT (BERRAK)																								
01/02 3 MW satış yapıldı																									
2021-05-28 08:10	FATİH SÖYLER (BERRAK)																								
08/19 Vardiyası sorunsuz teslim alındı.																									
2021-05-28 08:08	KEMAL ÇONA (BERRAK)																								
19/08 Vardiyası sorunsuz teslim edildi.																									
2021-05-27 20:12	ABDULLAH SANDIKÇI (DNZ)																								
VARDİYA TESLİM ALINDI																									
2021-05-27 20:01	ORÇUN ÖKSÜZ (ARISU)																								
Vardiya teslim alındı																									
2021-05-27 19:11	KEMAL ÇONA (BERRAK)																								
19/08 Vardiyası sorunsuz teslim alındı.																									

mC² Uygulaması Duyuru Menüsü ve Yayınlanan Duyurular

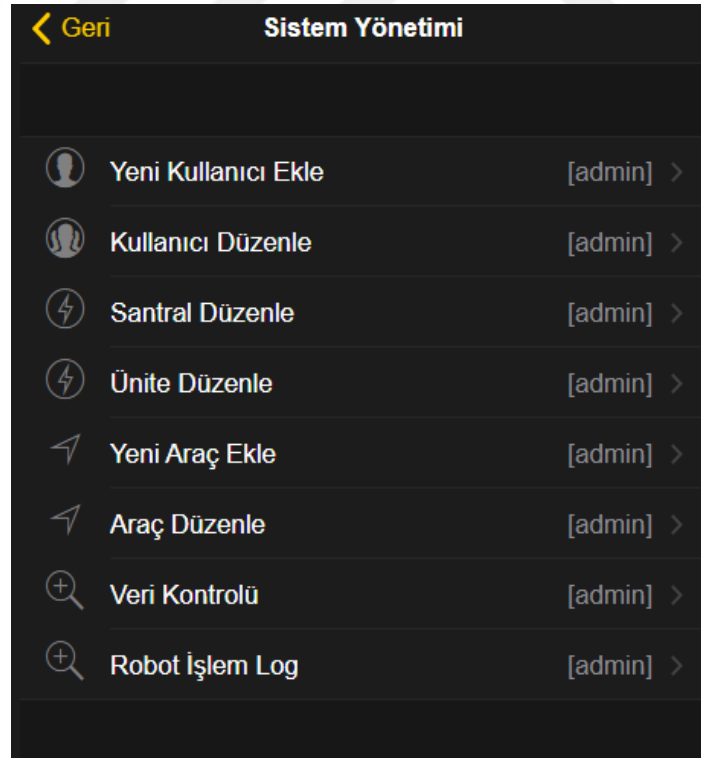


mC² Uygulaması EKYS Dokümanları

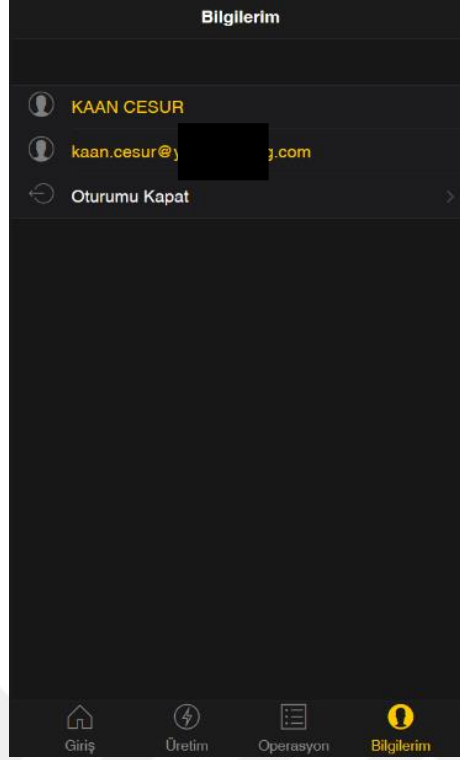




mC² Uygulaması Dijital Arşiv



mC² Uygulaması Sistem Yönetimi



mC² Uygulaması Bilgilerim Menüsü

EK- J. Selenium Kütüphanesi



Selenium

- Selenium tarayıcı örneklerini uzaktan kontrol etmek ve bir kullanıcının tarayıcıyla etkileşimini taklit etmek için mevcut en iyi teknikleri kullanan web tarayıcı otomasyonu için bir araç setidir.

- Kullanıcıların, son kullanıcılar tarafından gerçekleştirilen ortak faaliyetleri simüle etmesine olanak tanımaktadır; alanlara metin girme, açılır değerleri ve onay kutularını seçme ve belgelerdeki bağlantıları tıklamayı sağlamaktadır. Ayrıca fare hareketi, keyfi JavaScript yürütme ve çok daha fazlası gibi birçok başka kontrol sağlamaktadır.

- Öncelikle web sitelerinin ön uç testi için kullanılmasına rağmen, Selenium özünde bir tarayıcı kullanıcı aracıdır. Arayüzler, uygulamalarında her yerde bulunur, bu da amacınıza uygun diğer kütüphanelerle kompozisyon oluşturmayı teşvik etmektedir.

- Projenin yol gösterici ilkelerinden biri, tüm (ana) tarayıcı teknolojileri için ortak bir arabirimi desteklemektir. Web tarayıcıları, işlemlerini tamamen farklı şekillerde gerçekleştiren, ancak bunu yaparken sıklıkla aynı görünen inanılmaz derecede karmaşık, yüksek mühendislik ürünü uygulamalardır. Metin aynı fontlarda oluşturulsa bile, resimler aynı yerde görüntülenir ve bağlantılar sizi aynı hedefe götürmektedir. Altında olan şey gece ve gündüz kadar farklıdır. Selenium, bu farklılıkları "soyutlar", ayrıntılarını ve inceliklerini kodu yazan kişiden gizlemektedir. Bu, karmaşık bir iş akışı gerçekleştirmek için birkaç satır kod yazmanıza olanak tanımaktadır, ancak aynı satırlar Firefox, Internet Explorer, Chrome ve desteklenen tüm diğer tarayıcılarda yürütülmektedir.

- Selenium'un minimalist tasarım yaklaşımı, ona daha büyük uygulamalarda bileşen olarak dahil edilebilecek çok yönlülük sağlamaktadır. Selenium çatısı altında sağlanan çevredeki altyapı, tarayıcı ızgaranızı bir araya getirmeniz için araçlar sağlamaktadır, böylece testler farklı tarayıcılarda ve bir dizi makinede birden fazla işletim sisteminde çalıştırılabilmektedir.

- Sunucu odanızda veya veri merkezinizde, tüm tarayıcıların aynı anda sitenizin bağlantılarına, formlarına ve tablolarına ulaştığını ve uygulamanızı günde 24 saat test eden bir bilgisayar bankası hayal edin. En yaygın diller için sağlanan basit programlama arabirimi aracılığıyla, bu testler yorulmadan paralel olarak çalışır ve hatalar oluştuğunda size rapor vermektedir.

- Kullanıcılara yalnızca tarayıcıları kontrol etmek için değil, aynı zamanda bu tür ızgaraları ölçeklendirmeyi ve dağıtmayı kolaylaştıran araçlar ve belgeler sağlayarak bunu sizin için gerçeğe dönüştürmeye yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

- Selenium kullananlar dünyanın en önemli şirketlerinin çoğu, tarayıcı tabanlı testler için Selenium’u benimsedi ve genellikle diğer tescilli araçları içeren yıllarca süren çabaların yerini almıştır. Popülaritesi arttıkça, gereksinimleri ve zorlukları da çoğalmıştır.

- Web daha karmaşık hale geldikçe ve web sitelerine yeni teknolojiler eklendikçe, mümkün olduğunca onlara ayak uydurmak bu projenin görevidir. Açık kaynak kodlu bir proje olan bu destek, her biri bir “günlük işi” olan birçok gönüllünün cömert zaman bağışlarıyla sağlanmaktadır.

- Projenin bir başka misyonu da daha fazla gönüllüyü bu çabaya katılmaya teşvik etmek ve projenin gelişen teknolojilere ayak uydurmaya devam edebilmesi ve fonksiyonel test otomasyonu için baskın bir platform olarak kalabilmesi için güçlü bir topluluk oluşturmaktır.

- Selenium 1 2004’te piyasaya sürüldüğünde, bir web uygulamasının ön ucundaki tutarlı davranışı manuel olarak doğrulamak için harcanan zamanı azaltmak gerekliliği dışındaydı. O sırada hangi araçların mevcut olduğunu kullandı ve bir kullanıcının etkileşimini taklit etmek için test edilen web sayfasına JavaScript enjeksiyonuna büyük ölçüde güveniyordu.

- JavaScript, DOM’nin özelliklerini incelemenize ve aksi takdirde yapamayacağınız belirli istemci tarafı gözlemleri yapmanıza izin veren iyi bir araç olsa da bir kullanıcının etkileşimlerini fare ve klavye kullanılıyor.

- Selenium RC’nin o sırada mevcut olan ticaret araçlarını kullanması gibi, Selenium WebDriver da tarayıcı etkileşimi kısmını tarayıcı satıcısının evine götürerek ve arka uç, tarayıcıya dönük uygulamaların sorumluluğunu üstlenmelerini isteyerek bu geleneği

sürdürüyor. Son zamanlarda bu çalışma, amacın Selenium'daki WebDriver bileşenini kullanıcı araçları için du jour uzaktan kumanda kitaplığına dönüştürmek olduğu bir W3C standardizasyon sürecine dönüşmektedir.



EK- K. Enerji Santralleri Operasyonel Yönetimi Android Uygulaması

