



**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AHP İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ VE SPSS İLE ANKET ÇALIŞMASININ
YAPILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Kemal TEPRET**

**Danışman
Dr. Öğretim Üyesi Çağrı Özgün KİBİROĞLU**

**İSTANBUL
Mart 2022**



**T.C.
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AHP İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ VE SPSS İLE ANKET ÇALIŞMASININ
YAPILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hazırlayan
Kemal TEPRET**

**Danışman
Dr. Öğretim Üyesi Çağrı Özgün KİBİROĞLU**

**İSTANBUL
Mart 2022**

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

Endüstri Mühendisliği Anabilim/Anasanat Dalı Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Kemal TEPRET tarafından hazırlanan "YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AHP İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE SPSS İLE ANKET ÇALIŞMASININ YAPILMASI" konulu çalışması jürimizce Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 11/02 /2022

Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu:

İmzası

Jüri Üyesi : (Tez Danışmanın Ünvanı, Adı, Soyadı)
(Bağlı Olduğu Kurum)

Dr. Öğr. Ü. Coşkun Özgün KIBIKOĞLU - Haliç Üniversitesi

Jüri Üyesi : (Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı)
(Bağlı Olduğu Kurum)

Dr. Umut HURMAZ - İstanbul Kültür Ünv.
İstanbul

Jüri Üyesi : (Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı)
(Bağlı Olduğu Kurum)

Dr. Öğr. Üy. Gökçe Akgün - Haliç Ünv.

Bu tez yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun kararıyla kabul edilmiştir.

(Enstitü Müdürünün Ünvanı, Adı, Soyadı)
Vekil Müdür

Yenilenebilir Enerji Tez

ORJİNALLİK RAPORU

% **14**
BENZERLİK ENDEKSİ

% **12**
İNTERNET KAYNAKLARI

% **3**
YAYINLAR

% **9**
ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

- 1** Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK)
Öğrenci Ödevi % **2**
- 2** www.bayramarici.com
İnternet Kaynağı % **1**
- 3** auzefkitap.istanbul.edu.tr
İnternet Kaynağı % **1**
- 4** acikerisim.erbakan.edu.tr
İnternet Kaynağı % **1**
- 5** Submitted to Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Öğrenci Ödevi % **1**
- 6** Submitted to Bahcesehir University
Öğrenci Ödevi % **1**
- 7** docplayer.biz.tr
İnternet Kaynağı <% **1**
- 8** Submitted to Beykent Üniversitesi
Öğrenci Ödevi <% **1**
- 9** Submitted to Kocaeli Üniversitesi

10/03/2021

TEZ ETİK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının AHP ile ve SPSS ile Anket Çalışmasının Yapılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Çağrı Özgün KİBİROĞLU’nun sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, analizleri ilgili programda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Kemal TEPRET

ÖNSÖZ

Çalışmalarım boyunca desteğini benden esirgemeyen, katkılarıyla bana yön veren, kıymetli tecrübelerinden yararlandığım hocam Çağrı Özgün KİBİROĞLU'na teşekkürlerimi sunuyorum.

Her daim yanımda olan, beni destekleyen, benimle gurur duyan asıl teşekkürün sahipleri değerli aileme sonsuz teşekkürler.

Mart, 2022

Kemal TEPRET

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ ETİK BEYANI	i
ÖNSÖZ	ii
KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	5
2.1.1. Güneş Enerjisi.....	5
2.1.2. Güneş Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları.....	6
2.1.3. Dünyada Güneş Enerji Piyasası	8
2.1.4. Türkiye Güneş Enerji Potansiyeli	9
2.2. Rüzgâr Enerjisi	12
2.2.1. Rüzgâr Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları	12
2.2.2. Dünyada Rüzgâr Enerji Piyasası.....	13
2.2.3. Türkiye Rüzgâr Enerji Potansiyeli.....	15
2.2.4. Rüzgâr Enerjisinin Çevresel Etkileri	15
2.3. Hidroelektrik Enerjisi	16
2.3.1. Hidroelektrik Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları	18
2.3.2. Dünyadaki Hidroelektrik Enerji Piyasası.....	18
2.3.3. Türkiye’de Hidrolik Enerji Potansiyeli.....	20
2.3.4. Hidroelektrik Enerjinin Çevreye Etkisi	22
2.4. Jeotermal Enerji.....	23
2.4.1. Jeotermal Enerjinin Avantajları ve Dezavantajları	25
2.4.2. Dünyada Jeotermal Enerji.....	25
2.4.3. Türkiye’de Jeotermal Enerji Potansiyeli.....	27
2.4.4. Jeotermal Enerjinin Çevresel Etkileri	29
2.4.5. Jeotermal Enerjinin Doğrudan Kullanım Oranları.....	29

2.4.6. Jeotermal Enerjinin Dolaylı Kullanım Alanları	31
2.5. Biyokütle Enerjisi	31
2.5.1. Biyokütle Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları	34
2.5.2. Biyokütle Kaynakları	34
2.5.3. Dünyadaki Biyokütle Enerji Piyasası	35
2.5.4. Türkiye’de Biyokütle Enerji Potansiyeli	36
2.5.5. Biyokütle Kaynakları Kullanım Alanları	39
2.6. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi.....	39
2.6.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yöneliş Nedenleri	39
2.6.1.1. Enerji arzının sürekliliği.....	40
2.6.1.2. Sosyal ve ekonomik nedenler	40
2.6.1.3. Çevresel nedenler	41
2.6.1.4. Enerji çevre ilişkisi.....	41
2.6.1.5. Enerjinin çevre ve insan sağlığına etkileri	41
2.7. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı	42
2.7.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Ekonomik Yansımaları.....	42
2.7.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının İstihdama Katkısı.....	42
2.7.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Yatırımları.....	43
2.7.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye’de Geleceği.....	45
2.7.5. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye Ekonomisi İçin Önemi.....	47
2.7.6. Türkiye’nin Enerji Stratejisi ve Hedefleri.....	48
2.7.7. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye’deki Uygulamaları.....	48
3. YÖNTEM.....	50
3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	51
3.2. TOPSIS Yöntemi.....	55
3.3. ELECTRE Yöntemi.....	57
3.4. SPSS (Statistical Package For The Social Sciences).....	59
3.4.1. SPSS ile Veri Analiz Yöntemleri.....	59
3.4.2. Güvenilirlik Analiz Hesaplama Yöntemleri	64
3.4.2.1. Alfa yöntemi (Cronbach Alfa Katsayısı).....	64
3.4.2.2. Korelasyon analizi.....	65
3.4.2.3. ANOVA analizi.....	67
3.4.2.4. Ki-Kare (Chi Square) testi.....	69
4. BULGULAR.....	73
4.1. AHP Yönteminin Uygulanması.....	73
4.1.1. AHP Değerlendirme Sonucu	91
4.2. Anket Analizleri	94
4.2.1. Demografik Sorular	94

4.2.2. Ana Kriterlerin Analizi	97
4.2.3. Enerji Sorularının Analizi	100
4.2.4. Yenilenebilir Enerji ile İlgili Genel Sorular.....	104
4.2.5. Güvenirlilik Analizi (Cronbach's Alpha)	106
4.2.6. Ki-Kare (Chi Square) Analiz Sonucu	108
4.2.7. ANOVA Analiz Sonuçları	114
4.2.8. Korelasyon Analizi sonuçları.....	117
5. TARTIŞMA	119
6. SONUÇLAR	120
7. ÖNERİLER	121
KAYNAKLAR	122
EKLER..	127
ÖZGEÇMİŞ.....	139

KISALTMALAR

DSİ	: Devlet Su İşleri
FV	: Fotovoltaik pil
GWh	: GigaWatt Saat
HES	: Hidroelektrik Santrali
KW	: Kilowatt
KWh	: KiloWatt Saat
MW	: Megawatt
TEAŞ	: Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş.
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim. A.Ş.
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Ülkelere Göre Dünyada Güneş Enerji Santral Kurulu Güç Listesi.....	9
Tablo 2.2. Türkiye'nin Güneş Enerjisi potansiyeline göre dağılım	10
Tablo 2.3. Ülkelerin Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güçleri, 2020	14
Tablo 2.4. Dünyadaki Bölgelere Göre Hidroelektrik Tüketimi	19
Tablo 2.5. Dünyada Seçilmiş Ülkelere Göre Hidroelektrik Enerji Tüketimi.....	20
Tablo 2.6. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli.....	21
Tablo 2.7. Türkiye'deki Önemli Hidroelektrik Santralleri.....	22
Tablo 2.8. Jeotermal Enerjisinin Sıcaklık Seviyesine Göre Kullanım Alanları	24
Tablo 2.9. 2020 itibari ile Ülkelerdeki Jeotermal Enerji Santrali Kurulu Gücü.....	26
Tablo 2.10. Türkiye'nin sahip olduğu Yüksek Sıcaklıktaki Jeotermal alanlar	28
Tablo 2.11. Elektrik Üretimine müsait potansiyel (MWe).....	28
Tablo 2.12. Jeotermal Enerji Doğrudan Kullanımda Dünyadaki İlk 5 Ülke	30
Tablo 2.13. Jeotermal enerji kullanım alanları kapasite tablosu	30
Tablo 2.14. Biyokütle Kaynaklarının İçerdiği Maddelere Göre Sınıflandırılması.....	34
Tablo 2.15. 2017 Yılı Dünyadaki Ülkelerin Enerji Tüketim Oranları	36
Tablo 2.16. Ülke bazında yenilenebilir enerji sistemleri istihdam durumları	43
Tablo 2.17. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretim Hedefleri.....	45
Tablo 2.18. Türkiye'nin 2015-2020 Yılları Arasında Enerji Verileri	53
Tablo 3.1. AHP Önem Ölçeği	52
Tablo 3.2. Rassallık gösterge değerleri	54
Tablo 3.3. Cronbach's Alpha Değeri	64
Tablo 3.4. İyileştirilmiş Cronbach's Alpha Değeri.....	64
Tablo 3.5. Korelasyon Tablosu	66
Tablo 3.6. Spearman's Katsayısı	67
Tablo 3.7. Anova Tablosu	68
Tablo 3.8. Homojenlik Tablosu.....	69
Tablo 3.9. Genel sorular tablosu	70
Tablo 3.10. Ki-kare Değerlendirme Tablosu.....	70
Tablo 3.11. Crosstabulation Kutusu	71
Tablo 3.12. Ki-Kare Testi	72
Tablo 4.1. Ana Kriterlerin Kendi İçlerinde Kıyaslanması	78
Tablo 4.2. Ana kriterlerin Puan Tablosu	79
Tablo 4.3. Ana Kriterlerin Matris Tablosu.....	79
Tablo 4.4. Ana Kriterlerin Matris Tablosu.....	80
Tablo 4.5. Ana Kriterlerin Matris Tablosu.....	80
Tablo 4.6. Ana Kriterlerin Matris Tablosu.....	80
Tablo 4.7. Ortak Matris Tablosu	81

Tablo 4.8. Normalizasyon	81
Tablo 4.9. Ağırlık Tablosu	81
Tablo 4.10. Alt Kriterlerin Matrisleri	82
Tablo 4.11. Alt Kriterlerin Matrisleri	82
Tablo 4.12. Alt Kriterlerin Matrisleri	82
Tablo 4.13. Alt Kriterlerin Matrisleri	83
Tablo 4.14. Ortak Matris Tablosu	83
Tablo 4.15. Normalizasyon	83
Tablo 4.16. Ağırlık Tablosu	83
Tablo 4.17. Alternatifler Tablosu	84
Tablo 4.18. Alternatif Kriterlerin Matrisleri	84
Tablo 4.19. Ortak Matris Tablosu	85
Tablo 4.20. Normalizasyon	85
Tablo 4.21. Ağırlık Tablosu	85
Tablo 4.22. Teknik Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu.....	86
Tablo 4.23. Ekonomik Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu	87
Tablo 4.24. Çevresel Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu.....	88
Tablo 4.25. Risk Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu.....	89
Tablo 4.26. Fayda Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu	90
Tablo 4.27. Sosyal Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu	91
Tablo 4.28. AHP Değerlendirme Sonuç Tablosu.....	92
Tablo 4.29. Katılımcıların Yaş Aralıkları	94
Tablo 4.30. Katılımcıların cinsiyetleri	94
Tablo 4.31. Ankete katılan bireylerin şehirleri.....	95
Tablo 4.32. Katılımcıların Kuruluş Türü.....	95
Tablo 4.33. Katılımcıların meslekleri.....	96
Tablo 4.34. Katılımcı sektörleri	96
Tablo 4.35. Sektör Deneyimi	97
Tablo 4.36. Ana Kriter Analiz 1.....	97
Tablo 4.37. Ana Kriter Analiz 2.....	98
Tablo 4.38. Ana Kriter Analiz 3.....	99
Tablo 4.39. Ana Kriter Analiz 4.....	99
Tablo 4.40. Güneş Enerjisi Analizi 1	100
Tablo 4.41. Güneş Enerjisi Analizi 2	100
Tablo 4.42. Rüzgâr Enerjisi Analizi 1	100
Tablo 4.43. Rüzgâr Enerjisi Analizi 2.....	101
Tablo 4.44. Jeotermal Enerji Analiz 1.....	101
Tablo 4.46. Jeotermal Enerji Analiz 2.....	102
Tablo 4.47. Hidroelektrik Enerji Analiz 1.....	102
Tablo 4.48. Hidroelektrik Enerji Analiz 2.....	102
Tablo 4.49. Biyokütle Enerjisi Analiz 1	103
Tablo 4.50. Biyokütle Enerjisi Analiz 2.....	103
Tablo 4.51. Genel sorular 1	104
Tablo 4.52. Genel Sorular 2	104
Tablo 4.53. Genel Sorular 3	105
Tablo 4.54. Genel Sorular 4	105
Tablo 4.55. Genel Sorular 5	106
Tablo 4.56. Genel Sorular 6	106
Tablo 4.57. Crosstabulation Kutusu	107
Tablo 4.58. Güvenirlilik Analiz Sonucu.....	107
Tablo 4.59. Crosstabulation Kutusu	108

Tablo 4.60. Ki-Kare Test Sonucu 1	108
Tablo 4.61. Crosstabulation Kutusu	109
Tablo 4.62. Ki-Kare Test Sonucu 2.....	109
Tablo 4.63. Crosstabulation Kutusu	110
Tablo 4.64. Ki-Kare Test Sonucu 3.....	110
Tablo 4.65. Ki-Kare Uygunluk Testi 1.....	111
Tablo 4.66. Ki-Kare Uygunluk Testi 2.....	111
Tablo 4.67. Ki-Kare Uygunluk Testi 3.....	112
Tablo 4.68. Ki-Kare Uygunluk Testi 4.....	112
Tablo 4.69. Ki-Kare Uygunluk Testi 5.....	112
Tablo 4.70. Ki-Kare Uygunluk Testi 6.....	113
Tablo 4.71. Ki-Kare Uygunluk Testi 7.....	113
Tablo 4.72. Ki-Kare testi uygunluk Testi Sonuç.....	114
Tablo 4.73. ANOVA Analiz Sonucu 1.....	114
Tablo 4.74. Homojen Test Sonucu 1	115
Tablo 4.75. ANOVA Analiz Sonucu 2.....	115
Tablo 4.76. Homojen Test Sonucu 2.....	116
Tablo 4.77. ANOVA Analiz Sonucu 3.....	116
Tablo 4.78. Homojen Test Sonucu 3.....	117
Tablo 4.79. Korelasyon Analizi Sonuç 1	117
Tablo 4.80. Korelasyon Analizi Sonucu 2	118

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası.....	9
Şekil 2.2. Türkiye Güneşlenme Süreleri Grafiği	11
Şekil 2.3. Türkiye'nin Global Radyasyon Değerleri	11
Şekil 2.4. Dünya Üzerindeki Bölge Bazında Rüzgâr Potansiyelinin Dağılım Grafiği	14
Şekil 2.5. Rüzgâr Enerji Potansiyeli Atlası.....	15
Şekil 2.6. Hidrolik Santral Çalışma Prensibi	17
Şekil 2.7. Ülkelere Göre Hidroelektrik Enerji Gücü İçindeki Oranı % Olarak	19
Şekil 2.8. Jeotermal Enerji Oluşum	23
Şekil 2.9. Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası 2018	27
Şekil 2.10. Biyokütle Döngüsü	32
Şekil 2.11. Biyokütle Döngüsü 2	33
Şekil 2.12. Biyokütle Döngüsü 3	33
Şekil 2.13. Türkiye'de İllere Göre Biyokütle Potansiyel Dağılımı	37
Şekil 2.14. Türkiye Lisanslı Biyokütle Kurulu Gücü	37
Şekil 2.15. Biyokütle Kurulu Güç Dağılımı	38
Şekil 2.16. Biyokütle Kaynaklı Elektrik Üretimi (GWh)	38
Şekil 2.17. Elektrik Üretim Dağılımları.....	39
Şekil 2.18. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketim Grafiği.....	44
Şekil 2.19. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kurulu Gücü	44
Şekil 2.20. Kurulu Güç Dağılımı	46
Şekil 2.21. Kaynak Bazlı Üretim	46
Şekil 3.1. AHP Hiyerarşik Yapısı.....	52

ÖZET

TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ AHP İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE SPSS İLE ANKET ÇALIŞMASININ YAPILMASI

Günümüzde ülkelerin ekonomik-sosyal kalkınma için ihtiyaç duyulan en temel kaynaktan bir tanesi enerjidir. Nüfusun artması, sanayinin genişletilmesi ve küresel büyümenin sonucu enerjiye olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Enerji ihtiyacının artması ile kullanılan Fosil yakıt kaynaklarında gün geçtikte azalma meydana gelmektedir. Ülkeler enerji ihtiyacını karşılayabilmek için arayış içerisine girmişlerdir. Fosil yakıtların çevreye, insanlığa verdiği zararlar yanında alternatif olabilecek kaynak ortaya çıkmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları temiz, sürdürülebilir, çevre dostu enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını Türkiye’de değerlendirirken kurulum maliyeti, verim vb. kriterlerin tamamının birden değerlendirebilmemiz için çok kriterli karar verme yöntemleri bizlere yol göstermiştir.

Sanayi, ulaşım ve tarım gibi daha birçok sektörde kullanılan temiz enerji kaynaklarından bir tanesi elektrik enerji kaynağıdır. Refah düzeyini artırma amacı, nüfus ve teknolojik gelişmeler elektrik enerjisine olan ihtiyacı kaçınılmaz hale getirmiştir. Bu çalışmada Türkiye’de yer alan enerji kaynaklarının tanımı, istatistikleri, ÇKKV yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi/ TOPSIS ile incelenmiştir. Ayrıca SPSS analiz yazılımını kullanarak anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple yapılan çalışma sonucunda yenilenebilir enerji kaynakları çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV), SPSS, TOPSIS, Yenilenebilir Enerji Kaynakları*

ABSTRACT

EVALUATION OF TURKEY'S RENEWABLE ENERGY SOURCES WITH AHP AND CONDUCTING A SURVEY WITH SPSS

Today, one of the most basic resources needed for the economic and social development of countries is energy. As a result of population growth, expansion of industry and global growth, the need for energy is increasing day by day. With the increase in energy demand, the fossil fuel resources used are decreasing day by day. Countries have sought to meet their energy needs. In addition to the damages caused by fossil fuels to the environment and humanity, an alternative source has emerged. Renewable energy sources are clean, sustainable and environmentally friendly energy sources. While evaluating renewable energy sources in Turkey, the cost of installation, efficiency, etc. should be considered. Multi-criteria decision-making methods have guided us so that we can evaluate all the criteria at once.

One of the clean energy sources used in many other sectors such as industry, transportation and agriculture is electrical energy source. The aim of increasing the level of welfare, population and technological developments have made the need for electrical energy inevitable. In this study, the definition and statistics of energy resources in Turkey were examined with the Analytical Hierarchy Process / TOPSIS, one of the MCDM methods. In addition, a survey was conducted using SPSS analysis software. For this reason, it is thought that as a result of the study, it will contribute to the studies of Renewable Energy Resources.

Keywords: *Analytical Hierarchy Process (AHP), Multi-Criteria Decision-Making Methods (CPC), Renewable Energy Sources, SPSS*

1. GİRİŞ

Son yıllarda Fosil enerji kaynaklarına erişim konusunda problemler yaşanmaktadır. Fosil Enerji Kaynakların gerek insan sağlığına gerekse canlı yaşamına olumsuz etkileri bulunmaktadır. Günümüzde artık Fosil Enerji Kaynakların miktarı azalmakta, güvenilirliği düşmektedir. Ülkelerin artık bu kaynaklara erişimlerinin zor olduğunu ve gelişmekte olan ülkelerin enerji ithalatı nedeniyle zorlandığını görmekteyiz. Artan teknoloji ve refah seviyesini artırma ihtiyacı ülkeleri farklı enerji türlerini aramaya itmiştir. Enerjinin sürdürülebilir, güvenilir ve kesintisiz olması, çevre dostu yapıya sahip olması bakımından Yenilenebilir Enerji tam da bu sırada devreye girmektedir. Yenilenebilir enerji ülkelerin enerji ithalatlarını düşürmekte ve çevre dostu temiz enerji olduğundan canlı popülasyonuna zarar vermemektedir. Bugün dünyanın hemen hemen her yerinde tüketilen enerji miktarının yaklaşık %22'ye yakını Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından karşılanmaktadır. Hali hazırda günümüzde Fosil Yakıtlara bağımlılığın yüksek olmasına rağmen Yenilenebilir enerji kaynaklarına talep günden güne artış göstermektedir.

Son dönemlerde Dünyadaki trendlere ayak uydurmaya çalışan Türkiye Yenilenebilir Enerji Sektöründe önemli yükselişler yaşamaktadır. Türkiye de 2016 yılında toplam Yenilenebilir Enerji kurulu gücüne baktığımızda 35 GW olarak karşımıza çıkarken, toplam elektrik üretiminin %35'i Yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Günümüze baktığımızda 2021 yılı için toplam Yenilenebilir Enerji Kurulu gücü %54'leri bulmuştur. Türkiye yapmış olduğu yatırımlar ile kurulu güç dağılımına baktığımızda %7,2 ile Güneş Enerjisi, %1,7 ile Jeotermal Enerji, %47,7 ile Termik Santral, %9,6 ile Rüzgâr Enerjisi, %1,6 ile Biyokütle Enerjisi, %32,3 ile Hidroelektrik Enerjisi oluşturmaktadır. Oranlar bu seviyede olduğu halde ülkemizin kapasitesi için hala yeterli sayıda enerji üretilmemektedir.

Türkiye'nin jeopolitik ve coğrafi konumu sebebi ile Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından yararlanma oranı ile oldukça iyi durumda olan ülkelerin başında gelmektedir. Ayrıca Hidroelektrik ve Jeotermal kaynakları potansiyelini incelediğimizde ülkemiz Avrupa Birliği ülkelerine göre oldukça iyi konumda olduğunu söyleyebiliriz. Maalesef ülkemizin bu kaynaklardan yararlanma oranı düşüktür. Bu durum ülkemizi için enerji konusunda dezavantaj yaratmaktadır. Türkiye 2023 hedefleri ile var olan açığın kapatılması ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kurulu gücünün artırılmasını hedeflemektedir.

2023 hedeflerini incelediğimizde Enerji tüketimi günümüz kullanım verilerinden 2 kat daha fazla olacağı tahmin edilmiştir. Türkiye elindeki Yenilenebilir Enerji Kaynakları potansiyelini en yüksek verimde kullanırsa 2023 hedeflerine ulaşmakta sıkıntı yaşamayacaktır. Türkiye'nin enerji bakımından dışa bağımlılığını azaltma; milli gelirin artmasına, istihdamın artmasına ve yatırımlardan enerji arzına kadar birçok alanda olumlu gelişmeler yaşaması kaçınılmaz olacaktır.

Bu tez çalışmasında Yenilenebilir Enerji Kaynakları belirlenen kriterlere göre AHP yöntemi ile değerlendirilecektir. Değerlendirme sonucunda belirtilen kriterlere göre en uygun enerjiden en az uygun enerjiye göre sıralama yapılacaktır. Ayrıca SPSS istatistik yazılımı kullanılarak, bir anket çalışması gerçekleştirilecektir. Bu anket sonucunda anketin güvenilirliği, korelasyon katsayısı gibi değişkenler incelenip bunlarla ilgili yorum yapılacaktır. Bu şekilde AHP ile yapmış olduğumuz değerlendirme desteklenecektir. Son olarak ülkemizde ve dünya da yenilenebilir enerjiler ile ilgili bilgiler verilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

Literatürü incelediğimizde günümüzün en önemli konusu haline gelen enerji ile ilgili oldukça fazla çalışma yapıldığı görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimine en uygun olan enerjinin seçimi esnasında önümüze birçok kriter çıkmakta ve bu kriterlerin tamamını ele aldığımızda en uygun enerji seçimi yapma bir problem haline gelmektedir. Bu problemin çözümü için; önceki çalışmalar incelenmiştir. Yapılan inceleme sonrasında;

Uçar (2007) de yapmış olduğu çalışmada, rüzgar enerjisi ile elektrik üretimi konusunu ele almış Kayseri ili için çevresel etkilerini gözlemlemiştir. Çevresel gözlem sonrasında toplam 9 adet kriter baz alınmıştır. Bunlar; gürültü etkisi, yer seçimi ve alanın ihtiyacı, rüzgar türbininin görsel etkisi, doğal yaşama etkisi gibidir.

Atıcı ve Ulucan (2009) da yapmış olduğu çalışmada, Türkiye’de yer alan hidroelektrik santrallerinin ELECTRE yöntemi ile sıralanması ve rüzgar santrali projelerinin PROMETHEE tekniğini kullanarak 2 adet uygulama yapmışlardır.

Şeker (2010) yapmış olduğu çalışmada, Dünya’nın artan nüfusu ve gün geçtikçe artan fosil yakıtların kullanımı sonucunda sera gazlarının artması yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyacı önem kazanmıştır. Türkiye’de elektrik enerjisi üretimi sırasında kullanılması en uygun enerji seçiminde Analitik Ağ Prosesi’ni (ANP) kullanmıştır. Çalışma sonucunda hidroelektrik ve jeotermal enerji santralleri daha öncelikli çıkmıştır.

Uysal (2011), yapmış olduğu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilirken soyut ve somut kriterleri birlikte değerlendirmiştir. 5 yenilenebilir enerji kaynağı olan; güneş, rüzgar, jeotermal, hidroelektrik ve biyokütle enerjisini; ekonomik, çevresel, teknolojik ve sosyal anlamda incelemiştir. Bu çalışmasında yazar graf teorisi ile matris yaklaşımını ele almıştır.

Çelik (2012) çalışmasında, Türkiye'nin kullanılan yetersiz fosil yakıtlarının sonucunda yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının dışa bağımlılığını azaltacağı vurgulanmaktadır. Ayrıca yazar bu çalışmada fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim ve tüketim verilerini derleyerek bir analiz gerçekleştirmiştir.

Özcan (2013) çalışmasında, Türkiye'nin uzun dönemde elektrik enerjisinin üretimini geliştirme çalışmasında YEKA'ların üretime etkilerini gözlemleyebilmek için Genetik Algoritma yöntemini kullanılmıştır. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının üretime katkısı teknik ve ekonomik kriterler üzerinden değerlendirilmiştir.

Şengül ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, yenilenebilir enerji seçimi yaparken Bulanık TOPSİS yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışma sonucunda hidroelektrik enerji santralleri ön plana çıkmıştır.

Penaflor (2017) çalışmasında, yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik üretimi sırasında çevreye zarar verebilecek etkenlerden kaçınılması gerektiği üzerinde durmuştur. Özellikle Asya ülkelerinde enerji üretimi yapılırken üretim ile çevresel kirlilik ve sıcaklık artışları yaşanmıştır. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik üretimi yapılırken karbon emisyonunun düşürülmesi amaçlanmıştır.

Bozdoğan (2018) çalışmasında, artan elektrik talebi karşılanırken bunun yanında maliyetinde düşürülmesi gerektiği vurgulanmıştır. Gelecekte fosil yakıtların tükenmesi durumunda tüm enerjilerin yenilenebilir enerjilerin artırılmasının öneminden bahsedilmiştir.

İncelemiş olduğumuz bu çalışmalara baktığımızda enerji konusunun önemli bir yere sahip olduğu ve önemini daha da artıracığı görülmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir, temiz ve güvenilir enerji olması açısından büyük önem taşımaktadır. Enerji üretimi sırasında kullanılacak olan yenilenebilir enerji kaynaklarının seçimi yapılırken çok sayıda kriter bulunmaktadır.

2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

2.1.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerji sistemleri Yenilenebilir enerji kaynaklarının en çok tercih edilen enerji çeşididir. Güneş enerjisi bir çeşit ışıma enerjisi olarak yer alır. Güneşin çekirdeğinde meydana gelen ısınma ile hidrojen gazı helyum gazına dönüşür ve o anda oluşan enerji güneş enerjisidir. Atmosferin dışında yaklaşık olarak 1.370 W/ m^2 dünya da ise 110 W/ m^2 güneş enerjisi bulunmaktadır. Güneş enerjisinin küçük bir kısmı bile insanların enerji ihtiyacını karşılamaya yetmektedir. Güneşin bir gün boyunca yaydığı enerjinin 10 milyarda biri dünyamıza güneş enerjisi olarak yansır. Dünyamıza bir yılda düşen enerji miktarı 200 trilyon ton kömürün vereceği enerjiye eşittir. Bu da dünya üzerinde kullanılan enerjinin 15 katı kadardır (Ataman, 2007).

Güneş enerjisinden yararlanma durumu eski tarihlere dayanır. M.Ö. 400'lerde filozof Sokrat evlerinin camlarını güney cepheye bakacak şekilde yaptırarak güneş enerjisinden daha fazla faydalandığını göstermiştir. M.Ö. 250'de Arşimet güneş ışınlarını sabit bir noktada toparlayarak 40 metre uzaklıktaki Romaya ait gemileri yaktığı kaynaklarda yer almaktadır. Güneş enerjisinin gelişimindeki en önem verilen icat 1600 yıllarda Galileo'nun merceği icadı olmuştur. 1725 yılında Belidor güneş enerjisi ile çalışan su pompasını bulmuştur ve bu güneş enerjisi ile çalışan ilk alet olarak kayıtlarda geçmiştir (Akova, 2008).

Dünyanın ve güneşin atmosferde yer aldığı konumları güneş ışınlarından yararlanma bakımından farklılık göstermektedir. Deniz seviyesi, atmosferde ter alan su buharındaki seviye ve kirletici faktörler güneş ışının seviyesinden farklılık doğurmaktadır.

Güneş enerjisine bütünleşmiş ısıtma, soğutma sistemleri, yoğunlaştırılmış GE sistemleri, güneş pilleri sayesinde elektrik enerjisi üretiminde önemli rol almaktadır (Yılmaz, 2016).

Güneş enerjisinin hayatımıza giriş şekli olarak ışıma enerjisi olsa da daha sonralarda farklı alanlarda kullanım imkânı oluşmuştur. Günlük hayatta birçok alanda güneş enerjisinden yararlandığımız alanlar yer almaktadır.

Evlerimizde sıcaklık değişimlerini ölçerken, tarım sektöründe yer alan güneş pillerinde, otomasyon sistemleri gibi alanlarda kullanılmaktadır (Deniz, 2018). Dünyadaki ilk güneş santrali Amerika Birleşik Devletleri tarafından 1970 yılında faaliyete başladı. Santralin gücü maksimum 19 MW'tı. Güneş enerjisinin kullanımı için uygun alanlara ihtiyaç bulunmaktadır. Uygun alanlara yerleştirilmeyen güneş panellerinden verim almak oldukça güçtür (Çepik, 2015).

Günümüzde varlığını giderek artıran güneş enerji kullanım alanları aşağıdaki yerlerde yer almaya başlamıştır.

- Evlerin, binaların ısıtılmasında
- Elektrik enerjinin elde edilmesinde
- Güneş enerjisinden elektroliz işlemi ile Hidrojenin elde edilmesi, elektriğin üretimine dahil edilmesi

2.1.2. Güneş Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları

Güneş enerjisinin avantajları:

- **Yenilenebilir enerji kaynağı olması**

Dünyada her yerde ve her gün kullanılabilir. Diğer Yenilenebilir Enerji kaynaklarının aksine güneş enerjisi her zaman ulaşılabilir durumdadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden biri olan güneş enerjisi güneş var oldukça varlığını sürdürmeye devam edecektir. Bilimin öngördüğü kullanım yılı 5 milyar olarak belirlenmiştir, güneşten uzun bir süre daha yararlanmaya devam edilecektir.

- **Elektrik kullanım oranlarını azaltması**

Enerjini bir kısmını güneş panelleri ile sağladığımızda faturalarımızda düşüş yaşanacaktır. Faturalardan tasarruf etmemiz için bazı faktörlere dikkat etmemiz gerekmektedir. Bunlar; panellerin kapasitesi elektrik ve ısının doğru bir şekilde kullanımına bağlı olarak gelişecektir. Ayrıca elektrik faturalarında düşüşlerle kalmayıp, fazla üretilen enerji ile, ürettiğimiz enerji için ödeme alınabilmektedir.

- **Farklı alanlarda kullanılabilir olması**

Güneş enerjisi ile ısı ve elektrik üretimi sağlanabilmektedir. Güneş enerjisi ile temiz suya ulaşmada sıkıntı yaşanan yerlerde suyu damıtarak kullanım sağlanabilir.

- **Bakım maliyetlerinin düşük olması**

Bu sistemlerde bakıma çok ihtiyaç duyulmaz. Güneş enerji sisteminin verimli çalışabilmesi için temiz tutulması gerekmektedir. Yılda birkaç sefer bu temizliğin yapılması büyük önem taşımaktadır. Bunlarla ilgilenen temizlik şirketleri bulunmakta olup ücret karşılığında yaptırılmaktadır. Güneş enerji sistemlerinden değiştirilmesi gereken tek parça olan Inventör 10 yıl süre ile değiştirilmez. Güneş enerji sisteminin sorunsuz bir şekilde maksimum verimle çalışması için kabloların bakıma ihtiyaçları vardır.

- **Teknolojilerinin geliştirilmeye müsait olması**

Bu enerji sektöründe teknolojiler sürekli gelişmekte ve büyümektedir. Kuantum fiziğindeki gelişmeler, Nano teknolojilerdeki yenilikler güneş enerji sistemlerinin etkin olmasını sağlayabilir ve verimliliğini 3-4 kat arttırabilir.

Güneş enerjisinin dezavantajları:

- **Yatırım maliyetinin yüksek olması**

Güneş sisteminin ilk maliyeti yüksek olabilmektedir. Bu maliyetlere Inventör, akü, kablo vb. yatırım için gerekli olan harcamalar da dahildir. Güneş enerji sistemlerinin sürekli olarak gelişmesi yatırım maliyetlerinin düşmesine sebep olabilmektedir. Teknolojinin gelişmesi bu sebepleri doğuracağından iyi analiz yapılarak zamanında yatırım yapılmalıdır.

- **Hava durumu ile bağlantılı olması**

Güneş enerji sistemleri havanın kötü olduğu veya bulutlu olduğu günlerde de üretim yapabilmektedir ama yapılan üretim miktarı ve verim az olacaktır. Paneller enerjiyi toparlayabilmek için güneşe ihtiyaç duyar. Özellikle güneş enerji panelleri gece güneş enerjisini toplayamayacaktır, bu faktöründe göz önünde bulundurulması gerekir.

- **Güneş enerjinin depolanmasının pahalı olması**

Güneş enerjisi üretildikten sonra derhal kullanılması, kullanılmayacaksa da büyük kapasiteli bataryalar da depolanmalıdır. Güneş enerjisi sistemini kullanırken sadece gündüz elde edilen enerji kullanılmalı ve gece süresinde var olan şebekeden enerji alınması verimli olacaktır.

- **Panellerin kurulumu için alanın geniş alana ihtiyaç duyulması**

Elektrik üretimi ne kadar isteniyorsa güneş ışığına olan ihtiyaç o kadar büyük olacaktır. Solar paneller çok büyük alan gerektiren panellerdir. Bu nedenle alternatif alanlar belirlenebilir. Bu alanlar; bahçede, çatılarda vb. yerlerde yer alabilir. Alana göre panel sayısı iyi hesaplanmalı ve ona göre kurulum işlemi yapılmamalıdır.

- **Çevre kirliliği oluşturması**

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre az da olsa güneş enerji sistemi çevre kirliliği oluşturabilmektedir. Güneş sistemi kurulurken, taşınırken ve montajı sırasında sera gazı emisyonları oluşabilmektedir. Fotovoltaik sistemleri kurulurken bazı toksin madde ve tehlikeli maddeler kullanılabilir. Bu kullanım düzeyi insanların için bir tehlike arz edecek miktarda değildir.

2.1.3. Dünyada Güneş Enerji Piyasası

Güneş enerjisi potansiyelinin fazla olması ve çevre dostu olması sebebi ile dünyada artan bir gelişim sergilemektedir. Güneş enerjisi artık alternatif kaynaklar arasında yer almaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasından en çok tercih edilen ve en çok yatırım yapılan enerji kaynağı Güneş enerjisidir. Avrupa yaptığı bir Avrupa ülkelerinin 2050 yılına kadar %15 kadar enerji ihtiyacını karşılanması hedeflenmiştir.

Güneş enerjisi üretimi esnasında FV sistem güneş enerji sistemlerinin %55'ini oluşturmaktadır. Ülkelerin güneş enerji santralleri kurulu gücü ilk 20 ülkenin verileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 2.1. Ülkelere Göre Dünyada Güneş Enerji Santral Kurulu Güç Listesi

Ülkelere Göre Dünyada Güneş Enerji Santrali Kurulu Gücü Listesi			
Sıra	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç
1	Çin	Ara. 2020	354.355
2	ABD	Ara. 2020	75.572
3	Japonya	Ara. 2020	67.000
4	Almanya	Ara. 2020	53.783
5	Hindistan	Ara. 2020	39.211
6	İtalya	Ara. 2020	21.600
7	Avusturalya	Ara. 2020	17.626
8	Vietnam	Ara. 2020	16.504
9	Güney Kore	Ara. 2020	14.575
10	İspanya	Ara. 2020	14.089
11	Birleşik Krallık	Ara. 2020	13.563
12	Fransa	Ara. 2020	11.733
13	Hollanda	Ara. 2020	10.213
14	Brezilya	Ara. 2020	7.881
15	Türkiye	May. 2021	7.065
16	Güney Afrika	Ara. 2020	5.990

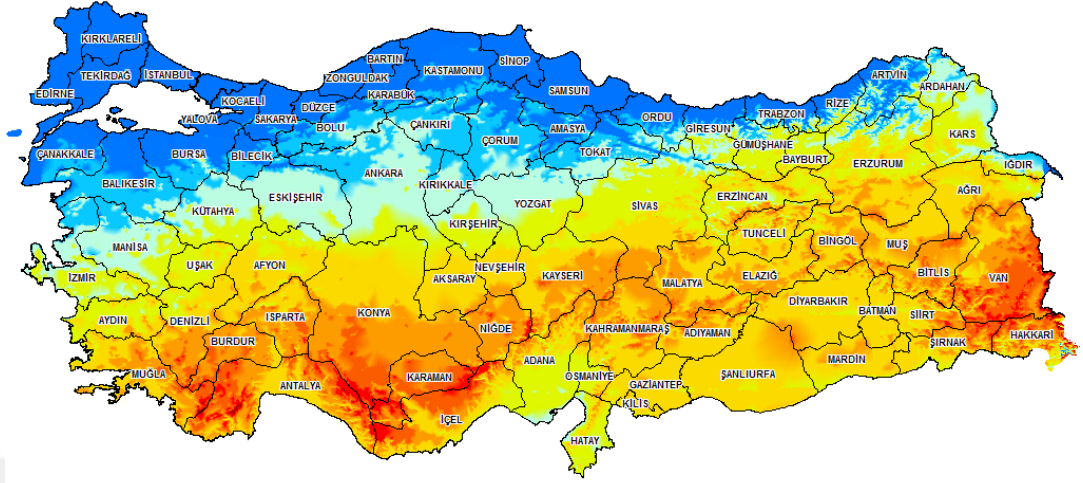
Kaynak: URL-4

2.1.4. Türkiye Güneş Enerji Potansiyeli

Ülkemizin coğrafi konumundan dolayı yüksek miktarda güneş enerji potansiyeli mevcuttur. Ortalama yıllık güneşlenme süresi 2741 saat/yıl, günlük güneşlenme süresi 7.50 saat/gün, ortalama yıllık toplam ışınlam şiddeti 1527,46 kWh, ortalama ışınlam şiddeti 4.18 kWh'tir.

Türkiye hali hazırda var olan güneş enerjisi kaynakları bakımından yüksek avantaj sahibi ülkeler arasında yer almaktadır. Ülkemiz yılda 2737 saat güneşlenme

süresine sahiptir. Bu sayıya günlük olarak baz aldığımızda 7.5 saate karşılık gelmektedir (Vatansever, 2018).



Şekil 2.1. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

Kaynak: URL-5

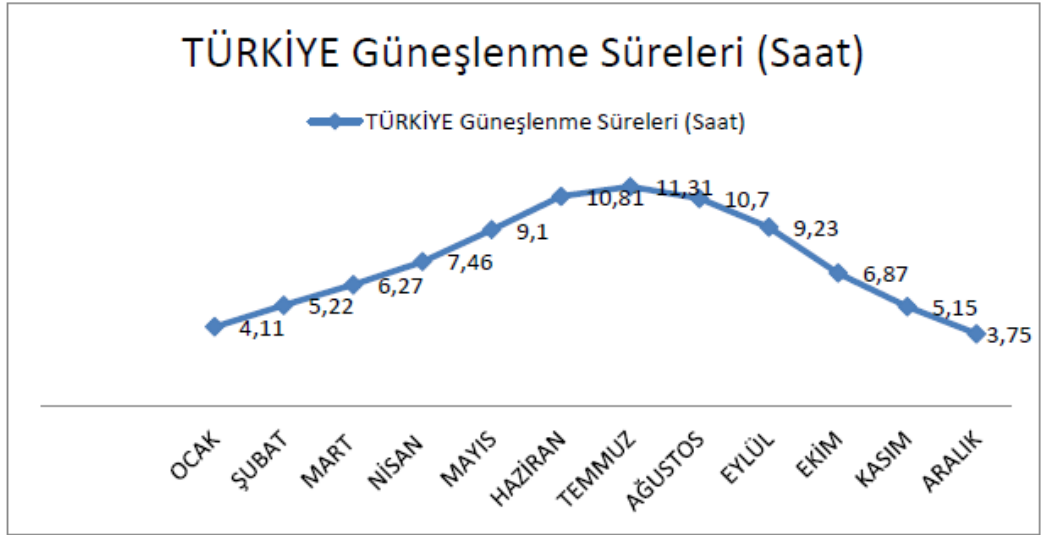
Karadeniz de konumundan dolayı yağmurlu gün sayısı fazladır, bu nedenle güneşten faydalanma potansiyeli oldukça az olan bölgeler arasında yer alır.

Türkiye'nin Güneş Enerjisi potansiyeline göre dağılım aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 2.2. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeline Göre Dağılım

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m^2 yıl)	Güncelleme
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2408
Karadeniz	1120	1971

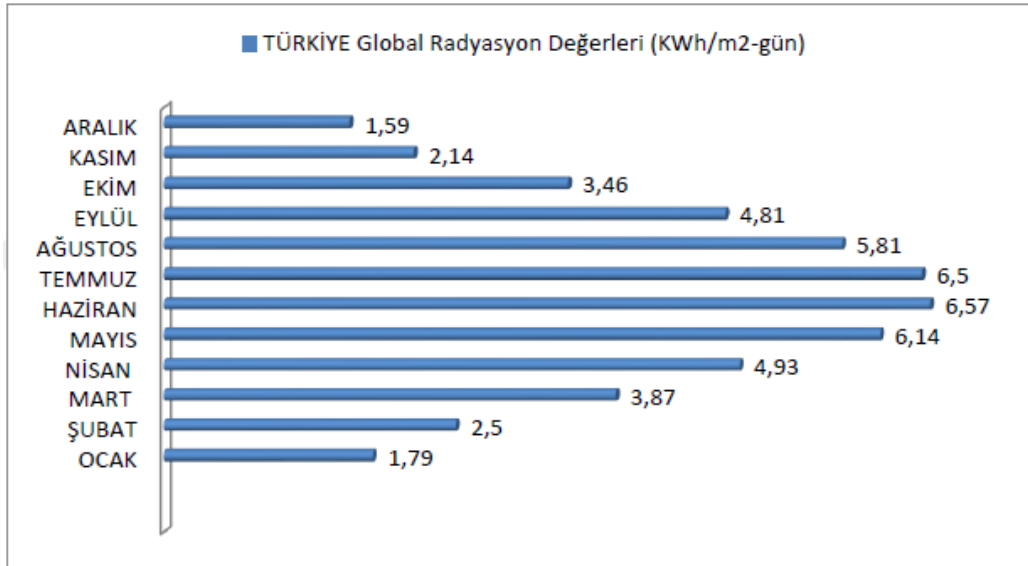
Kaynak: URL-6



Şekil 2.2. Türkiye Güneşlenme Süreleri Grafiği

Kaynak: Kaya, T., (2018)

Grafiğe dikkatlice baktığımızda Türkiye’de güneşlenme ay olarak en fazla temmuz ayında yaşanmıştır. Temmuz ayından sonra haziran ve ağustos ayları takip etmektedir. Güneş enerji miktarının en az olduğu ay ise aralık ayıdır.



Şekil 2.3. Türkiye’nin Global Radyasyon Değerleri

Kaynak: Kaya, T., (2018)

Global radyasyon değerlerine baktığımız zaman güneş ışınlarının en yüksek seviyede olduğu aylar Haziran ve Temmuz aylarıdır. Yapılan analizler sonucundan Türkiye’de Güneş Enerji potansiyeli şu an var olan değerden %25 daha fazla olduğu anlaşılmıştır.

Türkiye'nin Dünyadaki konumuna baktığımızda 36-45 Kuzey Paralellerinin arasında yer almaktadır. Konumu itibari ile oldukça verimli güneş enerjisinden faydalanma oranına sahiptir. Yapılan bilimsel çalışmalar neticesinde görülüyor ki 2000 saat güneşlenme süresi alan bölgeler bu enerji için uygun kabul edilmektedir (Özsabuncuoğlu ve Atilla, 2016).

2.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, güneş sebebi ile oluşan radyasyonun yer kürenin ısınmasından kaynaklanan enerji çeşididir. Yer kürenin farklı bir şekilde ısınması, hava sıcaklığının ve basıncın farklı olmasından dolayı havanın hareket etmesi sağlanır. Dünyamıza gelen güneş enerjisinin %2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir ([enerji.gov.tr.](http://enerji.gov.tr), Erişim Tarihi: 01.06.2021).

2.2.1. Rüzgâr Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları

Rüzgârın temel özelliklerine baktığımız zaman coğrafi farklılıklar, yer yüzeyinin homojen olmayan sıcaklık artışına bağlı yöresel ve zamansal bakımdan değişiklikler gösterir. Rüzgâr 2 parametre ile ifade edilir. Bunlar; hız ve yöndür. Rüzgâr enerjisi ile elektrik üretimi uygulamalarında yatırım maliyetinin yüksek olması, kapasitelerin düşüklüğü ve değişen enerji üretim gibi dezavantajları bulunmaktadır, bunun yanısıra avantajları da şu şekilde sıralanabilir.

- Yenilenebilir ve temiz enerji kaynağı olduğundan çevre dostudur.
- Tükenme ve zamanlama gibi maliyetlerin artma istimali yoktur.
- Maliyetine baktığımızda günümüzde yer alan güç santralleri ile yarışabilecek hale geldiğini söyleyebiliriz.
- Bakım, işletme gibi maliyetler düşük seviyededir.
- İşletmeye alınması için uzun bir süreye ihtiyaç duyulmaz.

Rüzgâr türbinlerine baktığımızda rüzgâr enerji sisteminin ana yapısıdır ve hareket halinde ilke havanın var olan kinetik enerjisini mekanik enerjiye daha sonra elektrik enerjisine dönüştürmeye yarayan makinelerdir.

Rüzgâr türbinleri dönüş eksenleri yönünde düşey veya yatay eksenli imal edilebilmektedir. En çok kullanılan yapı ise yatay rüzgâr türbinleridir. Türbinler rüzgârın belirli bir hıza ulaştıktan sonra elektrik üretimine başlayabilmektedirler.

Bir rüzgâr türbininin enerji üretimi sırasında cut-in, cut-out rüzgâr hızlarının arasında enerji gerçekleştirir. Modern olan rüzgâr türbinlerinin cut-in hızı 2-4 m/s, nominal olan rüzgâr türbinlerinin hızlı 10-15 m/s ve cut out hızları ise 25-35 m/s arasında yer almaktadır. Her bir rüzgâr türbini için belirlenmiş bir rüzgâr hızında, sistemden elde edilen güç en büyük değere ulaşır. Bu en büyük güce nominal güç ve bu rüzgâr hızına nominal hız adı verilmektedir. Sistemin hasar görmemesi için belirli bir rüzgâr hızından sonra rüzgâr türbinlerinin stop konumuna geçmesi otomatik olarak sağlanır. Bu maksimum hıza sistemin cut-out hızı adı verilmektedir ([enerji.gov.tr.](http://enerji.gov.tr), Erişim Tarihi: 01.06.2021).

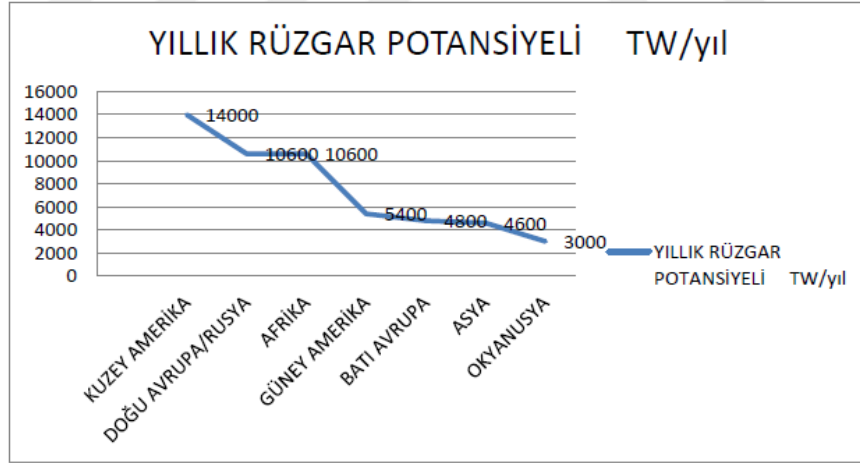
Rüzgâr türbinleri çalışırken gürültü oluşmaması için gövde ses izolasyonuna sahiptir. Kuleler şekli kafes/boru biçiminde yapılmaktadır. Kulelerin yükseklikleri büyük miktarda olabildiğinden kafes kulelerinin dışındaki konstrüksiyonlar iki ya da üç parçalı olmaktadır ([enerji.gov.tr.](http://enerji.gov.tr), Erişim Tarihi: 01.06.2021).

Türkiye de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s rüzgâr hızlarına sahip alanlarda kilometre başına 5 MW gücünde rüzgâr santrali kurulabileceği kabul edilmiştir. Bunlar ışığında OHTM (orta ölçekli hava tahmin modeli) ve MÖRA (mikro ölçekli rüzgâr akış modeli) kullanılarak üretimi sağlanan kaynak bilgilerinin yer aldığı Rüzgâr enerjisi Potansiyel atlası (REPA) hazırlanmıştır. Türkiye’de rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 MW olarak saptanmıştır. Bu potansiyele karşılık gelen toplam alan Türkiye yüz ölçümünün %1.30’una denk gelmektedir ([enerji.gov.tr.](http://enerji.gov.tr), Erişim Tarihi: 01.06.2021).

2.2.2. Dünyada Rüzgâr Enerji Piyasası

Dünyadaki rüzgâr potansiyeli olan bölgelere baktığımızda dağılımları şu şekildedir; Kuzey Amerika sahip olduğu 14000 TW/yıl ile dünyada birinci sırada yer almaktadır. Doğu Avrupa/Rusya 10600 TW/yıl ile ikinci sırada, Afrika 10600 TW/yıl ile üçüncü sırada, Güney Amerika 5400 TW/yıl ile dördüncü sırada ve Batı Avrupa 4800 TW/yıl ile beşinci sırada yer almaktadır.

Rüzgâr enerji sistemleri gelecekte en çok kullanıma sahip olacak enerji olacaktır. Aşağıdaki grafiği incelediğimizde rüzgâr enerji sistemlerinin potansiyeli oldukça yüksektir.



Şekil 2.4. Dünya Üzerindeki Bölge Bazında Rüzgâr Potansiyelinin Dağılım Grafiği

Kaynak: Kocakuşak, R., (2018)

IEA verilerine göre 2050 yılına kadar dünyadaki elektrik enerji potansiyeli %18' rüzgâr enerji sistemleri ile üretilmesi tahmin edilmektedir. Bu tahmine baktığımızda mevcut kapasitenin 8 kat artırılması demektir.

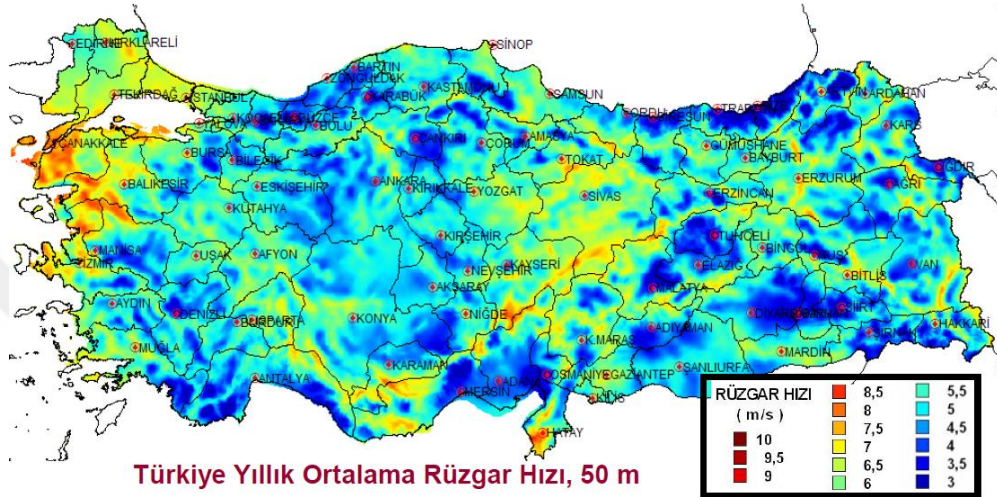
Tablo 2.3. Ülkelerin Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güçleri, 2020

S.	Ülke	Güncelleme	Kurulu güç
1	Çin	Ara. 2020	281.993
2	Amerika Birleşik Devletleri	Ara. 2020	117.744
3	Almanya	Ara. 2020	62.184
4	Hindistan	Ara. 2020	38.559
5	İspanya	Ara. 2020	27.089
6	Birleşik Krallık	Ara. 2020	24.665
7	Fransa	Ara. 2020	17.382
8	Brezilya	Ara. 2020	17.198
9	Kanada	Ara. 2020	13.577
10	İtalya	Ara. 2020	10.839
11	İsveç	Ara. 2020	9.688
12	Avustralya	Ara. 2020	9.457
13	Türkiye	Nis. 2021	9.253

Kaynak: URL-4

Dünyadaki ülkelerin rüzgâr enerjisi sistemlerinin kurulu gücünü oranladığımızda %41 gibi bir oranla Çin'in ilk sırada yer aldığını görmekteyiz. 2016 yılı itibari ile kapasite artışını incelediğimiz zaman Çin %23 kapasite artışı ile bu alandaki liderliği devam ettirmektedir (Doğan, 2019).

2.2.3. Türkiye Rüzgâr Enerji Potansiyeli



Şekil 2.5. Rüzgâr Enerji Potansiyeli Atlası

Kaynak: URL-7

2020 yılında yapılan araştırmaya göre Rüzgâr enerjisi ekipmanı üretiminde Türkiye 5. Sıraya yükselmiştir. Ayrıca 6 kıtada 44 ülkeye de ekipman satışı gerçekleştiriyor. Türkiye'nin rüzgâr enerji sektörü için 2 bin 500 MW artı kapasite hedeflerken, Covid-19 salgını nedeniyle yılsonunda devreye giren rüzgâr enerjisi için kurulu güç 1200 MW olarak gerçekleşeceği öngörülmüyor. Var olan kapasite ile toplam elektrik üretiminin yüzde 8,5'i sağlanmışken, yaklaşık olarak 1 milyar dolarlık hacimle doğalgaz ithalatının önüne geçilmektedir.

2.2.4. Rüzgâr Enerjisinin Çevresel Etkileri

Rüzgâr santrallerinin kurulduğu alanlar için büyük arazi ihtiyacı duyulsa dahi türbinlerin kapladığı alan %1-%2 aralığındadır. Geriye kalan %98'lik alan tarım alanı olarak kullanılmaya müsaittir. Enerji türbinleri tarımsal alanın bulunduğu bölgeye zarar vermez aksine istihdam imkânı sağlar.

Rüzgâr santrallerini inşa ederken hem deniz hemde karada kurmamız mümkün olmaktadır.

Tek türbine baktığımızda ihtiyaç duyduğumuz alan 700-1000 m^2 /MW civarında olmaktadır. Bu santralin birim olarak güç-alan gereksinimi 0,1-0,2 km^2 /MW seviyelerindedir (Gedik, 2015).

Çevresel etkiler:

- Diğer elektrik üretim yöntemleri ile kıyasladığımızda rüzgâr enerjisinin çevreye en önemli katkısı sera gazı emisyonunun olmamasıdır.
- Kuş göç yollarını olumsuz etkilemektedir.
- 2 çeşit gürültü kirliliği oluşturur. (Aerodinamik ve Mekanik gürültü).
- Deniz ekosistemi üzerinde etkileri vardır.
- Katı atıklar sayesinde çevre kirliliği oluşmaktadır.
- Atık sular nedeniyle çevre kirliliği oluşmaktadır.

2.3. Hidroelektrik Enerjisi

Dünyadaki Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını incelediğimiz zaman en fazla kullanım oranına sahip enerji çeşidi Hidroelektrik Enerjidir. Bu enerji suyun düşüş veya akış hızından meydana gelen güç kazanımından üretilen enerjinin elektrik enerjine dönüşme işlemidir. Hidroelektrik enerji santralleri yenilenebilir ve çevre dostu olması, maliyet bakımından ve kullanım ömründen dolayı tercih edilen enerjidir. Ayrıca Fosil yakıtların çevreye vermiş olduğu zararlara baktığımızda bu enerji çeşidi en iyi alternatif enerji çeşidi olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye hidroelektrik enerji santrallerinde Dünyada pay olarak %1 yer alırken Avrupa'da %16'dır (Özkaya vd., 2008).

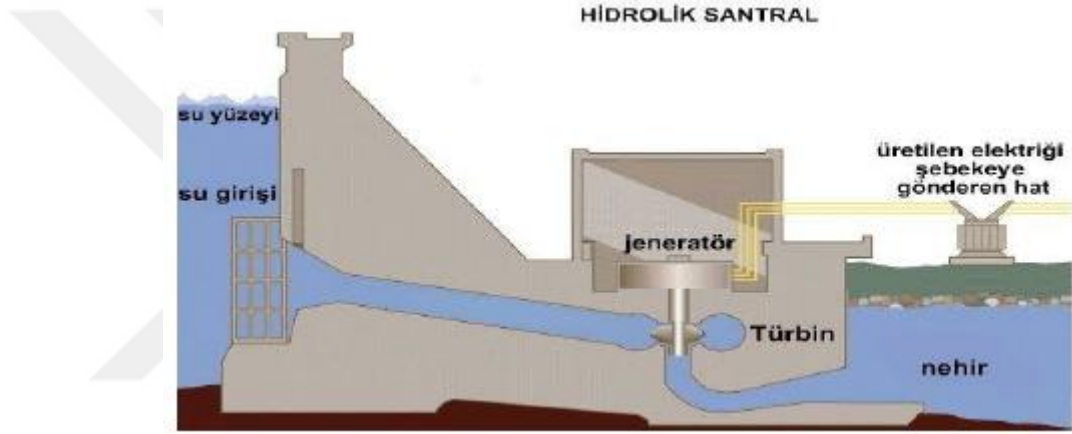
Akıntısı olmayan suda bulunan potansiyel enerji suyun hareket etmesi ile kinetik enerjiye dönüşür. Kinetik enerjiye dönüşen enerji daha sonra da elektrik enerjisine dönüşür. Bu santraller suyun üzerinde olması gerekmektedir. Büyük nehirlerde yer alan santraller yüksek seviyede enerji üretimi kapasitesine sahiptir.

Hidroelektrik birçok faydalı yönüyle karşımıza çıkmaktadır. Buda tercih edilme sebeplerini artırmaktadır. Kurulum ve yatırım maliyetlerine baktığımızda da diğer enerji santrallerine oranla daha düşük maliyet kalemi oluşturmaktadır.

Bunun temel sebebi kurulum esnasından donanım ve araçların tedarik işlerinin %80 seviyesinde yerli üretici firmalar tarafından karşılanmasıdır. Kurulum aşamasında yer aldığı gibi işletme safhalarında da bu santrallerin avantajları mevcuttur.

Enerji iletim hatlarının daha da çoğalmasıyla birlikte hidroelektrik santrallerindeki artış önemli şekilde hızlı ilerlemektedir. Hidroelektrik enerji dünyada yer alan ülkelerin 35'e yakını için önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir (Bartık, 2018).

Su yolları güzergahında yer alan bu santraller suyun akış gücünden yararlanarak türbinlerin dönmesini sağlar. Türbinlerin dönmesi ile açığa çıkan mekanik enerji jeneratörler yardımıyla elektrik enerjisine dönüşmektedir.



Şekil 2.6. Hidrolik Santral Çalışma Prensibi

Kaynak: URL-3

Dünyada yer alan su yolları kar ve yağmurlarla nehirlerin potansiyellerini her yıl iyileştirmektedir. Bu adım dikkate alındığında hidroelektrik enerjisine temiz enerji ve çevre dostu enerji denir.

Hidroelektrik santralleri, kurulu güç varlıklarına göre 4 kısımda incelenmektedir.

- Mikro santraller
- Mini santraller
- Küçük ölçekli santraller
- Büyük ölçekli santraller olarak incelenir. (Bartık, 2018)

Yapım aşamalarında yaşanan süre sıkıntısı sebebi ile büyük ölçekli hidroelektrik santralleri yerine küçük ölçekli santraller yapılmaya başlanmıştır.

Küçük ölçekli santrallerin bakım-onarım-işletme maliyetleri düşük olması, inşaat süresinin kısalığı, yer aldığı bölgede turizm, balıkçılık gibi etkenlerden dolayı tercih sebebi olmuştur.

2.3.1. Hidroelektrik Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları

Hidroelektrik enerjisinin avantajları ve dezavantajları aşağıda verilmiştir.

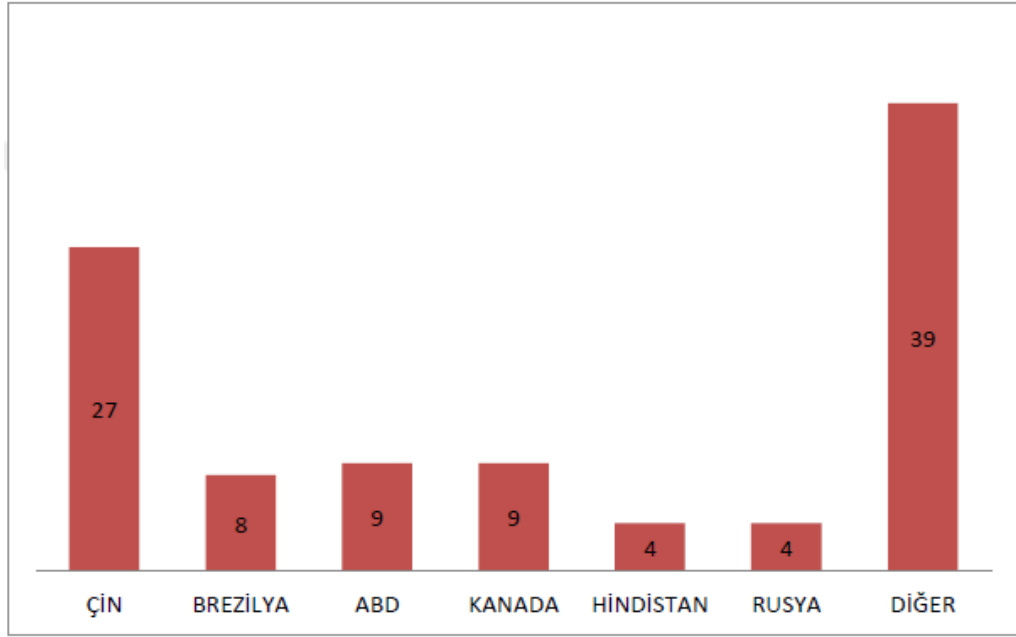
- Temiz çevre dostu bir enerji kaynağıdır.
- Sera gazları ve küresel ısınma gibi faktörlere bir etkisi bulunmaz.
- Yakıtlar için hammadde ücreti bulunmaz.
- Artış gösteren yüklere göre kolay bir şekilde güncelleme yapılabilir.
- %80 civarından yerli imkanlardan faydalanarak inşa edilirler.
- Uzun ömürlü olmaları ve işletme maliyetlerinin düşük olması sebebiyle tercih edilirler.
- Verimi yüksek olacak şekilde çalışır.
- İstihdama katkı sunar.
- Kuruluş maliyetlerinin yüksek olması ve yapım işlemlerinin uzun olması bu enerjiye tercihi azaltmaktadır.

2.3.2. Dünyadaki Hidroelektrik Enerji Piyasası

Hidroelektrik enerjisi herkes tarafından kabul gören ve kullanılan enerji türüdür. İlk olarak 1882 de Amerika Birleşik Devletlerin de kullanılmaya başlanmıştır, daha sonraları ülkeler kullanmaya başlamışlardır.

Dünyada da yağışların denizler ve göllere ulaşan ısı miktarı 117.000 km^3 kadar olmuştur. Kullanılmaması durumunda bu oran yalnızca 8.000 km^3 olmaktadır. TÇV'in 2014 yılındaki rapora göre Türkiye'nin var olan hidroelektrik potansiyeli brüt olarak 40.000 TW/yıldır . Bu potansiyelin 8.000 TW/yıl kısmı yıllık olarak kullanılabilir düzeyde olduğunu kanıtlamıştır (Ural, 2014).

2050 yılında hidroelektrik enerji kurulu gücünün 200 GW küresel kapasiteye yükselmesi ve 700 TW 'lık enerjiye yükselmesi öngörülmektedir. Hidroelektrik enerji sistemleri dünyadaki elektrik enerjilerinin %17'sini oluşturuyor. Bu payın en büyük bir kısmını Çin ve Brezilya oluşturmaktadır (Deniz, 2018).



Şekil 2.7. Ülkelere Göre Hidroelektrik Enerji Gücü İçindeki Oranı % Olarak

Kaynak: Deniz, S., (2018)

Küresel bazda yıllık artışın %3,2 ve 4012 TWh olması tahmin edilmektedir. 2016 yılı itibari ile en yüksek hidroelektrik kapasitesini artıran ülkeler Çin, Brezilya, Vietnam, Peru ve Türkiye Olmuştur (Deniz, 2018).

Hidroelektrik enerji bulunduğu coğrafi konuma bağlıdır. Bu kaynaklar için arazilerin engebeli ve sulak alanların olması Hidroelektrik Enerjiden faydalanmak adına önemli kriterlerdir. Bu açıdan bakıldığında Malezya, Hindistan, Brezilya gibi ülkeler avantajlı yapıdadır (Deniz, 2018).

Tablo 2.4. Dünyadaki Bölgelere Göre Hidroelektrik Tüketimi

Bölgeler	Toplam Güneş Enerjisi Mtpe
Asya Pasifik	371,6
Kuzey Amerika	164,1
Güney Amerika	162,3
Avrupa	130,4
Bağımsız Devletler Topluluğu	56,7
Afrika	29,1
Ortadoğu	4,5

Kaynak: Doğan, S., (2019)

Hidroelektrik enerji tüketim verilerine bakacak olursak Çin her zaman olduğu gibi ilk sırada yer almaktadır. Çin’i Kanada ve Brezilya takip etmektedir.

Tablo 2.5. Dünyada Seçilmiş Ülkelere Göre Hidroelektrik Enerji Tüketimi

Sıra	Ülkeler	Toplam Enerji Tüketimi
1	Çin	261,5
2	Kanada	89,8
3	Brezilya	83,6
4	Amerika Birleşik Devletleri	67,1
5	Rusya	41,5
6	Norveç	30,7
7	Hindistan	32
8	Japonya	17,9
9	Venezuela	17,4
10	Vietnam	15,9

Kaynak: Doğan, S., (2019)

2.3.3. Türkiye’de Hidrolik Enerji Potansiyeli

Türkiye’de yıllık yağış ortalama olarak 450 m³ suya denk gelmektedir. Brüt yer üstü suyu 172 milyar m³, tüketilebilecek miktar ise 94 milyar m³’tür. Buna yeraltı sularını da eklersek toplamda tüketilebilecek su miktarı 112 milyar m³’e denk gelmektedir kullanımdaki su miktarı ise 54 milyar m³’tür (Yılmaz, 2018).

Ülkemizde yıllık yağış miktarı 574 mm olmakta, yılda ort. 450 milyar m³ karşılık gelmektedir. Günümüzde ekonomik ve teknik şartlara bakıldığında, tüketilebilecek yer üstü su potansiyeli yılda ort. 94 milyar m³ olmaktadır. 18 milyar m³ olarak saptanan yer altı su potansiyelimiz ile ülkemizde su potansiyelimiz 112 milyar m³ olmakta, sadece 57 milyar m³’ü kullanılmaktadır.

Ülkemizin sahip olduğu su kaynaklarının potansiyeli tablosu aşağıda yer almaktadır.

Tablo 2.6. Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli

Su Kaynakları Potansiyeli		
Yıllık ortalama yağış	574	mm/yıl
Türkiye'nin yüz ölçümü	783,577	km ²
Yıllık yağış Miktarı	450	milyar m ³
Yüzey Suyu		
Yıllık yüzey akışı	186	milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu	94	milyar m ³
Yeraltı Suyu		
Yıllık çekilebilir su miktarı	18	milyar m ³
Toplam net çekilebilir su	112	milyar m ³
Gelişme Durumu		
Sulama suyu	186	44 milyar m ³
İçme kullanma ve sanayi suyu	94	13 milyar m ³
Toplam kullanılan su	186	57 milyar m ³

Kaynak: URL-8

Türkiye'de kişi başına düşen yıllık su miktarı 2000 yılında 1652 m³, 2009 yılında 1544 m³, 2020 yılında ise 1346 m³ olmuştur. Türkiye, kişi başına kullanılabilir su potansiyeline bakıldığında, su baskısı yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle suyun tasarruflu ve optimum bir şekilde kullanılması önem arz etmekte ve depolamalı tesisler yapılması suretiyle su kaynakları potansiyelinin değerlendirilerek çok maksatlı bir şekilde kullanılmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir. Ayrıca işletmede olan sulamalarda su kayıplarının önüne geçilerek suyun daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılabilmesi, toprağın kalitesini etkileyen drenaj sorunlarının giderilebilmesi maksatlarıyla yenileme projelerinin ön plana çıkarılması ve klasik açık sistem sulama şebekeleri yerine modern kapalı sulama sistemlerinin kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir ([dsi.gov.tr.](http://dsi.gov.tr), Erişim Tarihi:14.06.2021).

Tablo 2.7. Türkiye'deki Önemli Hidroelektrik Santralleri

Baraj	Kap. (MW)	Üret. (GWh)	Konum
Atatürk Barajı	2405	3659	Şanlıurfa
Keban Barajı	1330	4098	Elazığ
Karakaya Barajı	1800	4846	Diyarbakır
Hirfanlı Barajı	128	209	Kırşehir
Altınkaya Barajı	702,6	652	Samsun
Sarıyar Barajı	160	156	Ankara
Seyhan Barajı	60	265	Adana
Kılıçkaya Barajı	120	168	Sivas
Aslantaş Barajı	138	366	Osmaniye
Demirköprü Barajı	69	87	Manisa
Menzelet Barajı	124	345	Kahramanmaraş
Deriner Barajı	669,6	1242	Artvin

Kaynak: URL-4

2.3.4. Hidroelektrik Enerjinin Çevreye Etkisi

Hidroelektrik enerji santralleri çevre dostu olarak kabul edilir. Sera gazı emisyonuna ve hava kirliliği oluşturmazlar. Önemli sayabileceğimiz radyoaktif çöpler gibi yüksek riskli ürünleri oluşturmazlar. Hidroelektrik santralleri bulunduğu çevredeki tarım alanlarındaki sulamalarda, yüksek miktarda yağın yağmur suları nedeniyle oluşan sel baskını olaylarını önlemede büyük rol oynamaktadır. Bazı durumlarda hidroelektrik santrallerin sistemlerinin büyük olması bazı olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir.

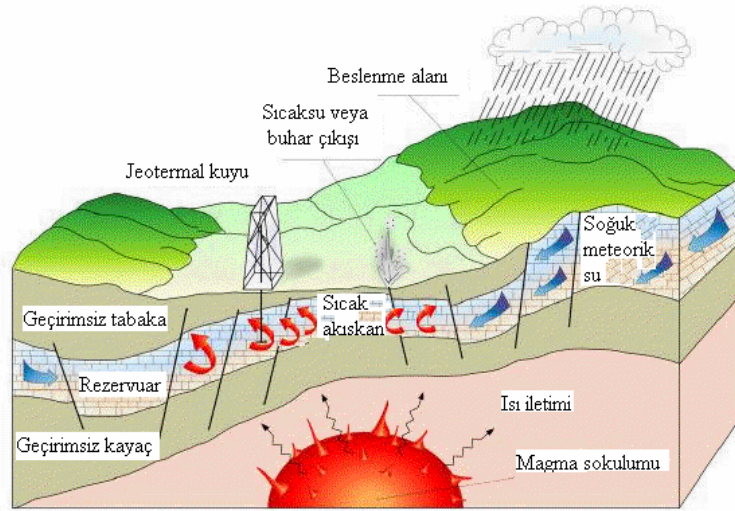
Hidroelektrik santrallerin kurulacağı alanlarda bazı zamanlarda ağaçların katledilmesi ve çevrede yaşanacak tahribatların oluşması engellenememektedir. Bazı zamanlarda erozyon sebebi oluşmaktadır.

Yapılan barajlar sebebi ile su kanallarının akışları kısıtlandığından su canlılarının yaşam alanları kısıtlanabilmektedir. Bu durum balıkçılık olaylarını olumsuz etkilemektedir. Hidroelektrik santrallerinde yaşanan olumsuz durumlardan dolayı Dünya Bankası bu santrallere olan desteğini çekmiştir.

2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji yunanca geo (yer) ve Therm (ısı) kelimelerin birleşmesiyle oluşmuştur. Dünyanın var oluşu esnasında yüksek miktarda sıcaklığa maruz bırakılan toz ve gazlardan meydana gelen bu enerji kaynağı devamlı kendini yenileyebilmektedir. Yer yüzeyinin derin katmanlarda varlığını sürdüren sıcak akışkanların, zayıf durumdaki katmanlardan ilerleyerek yer yüzeyinin üstüne çıkmasıyla oluşmaktadır (Ataman, 2007).

Jeotermal enerji yer kabuğunun içinde bazı derinliklerde birikmekte olan ısı ve basıncın oluşturmuş olduğu sıcaklığın; atmosferik sıcaklığın üstünde olan ve çevresindeki yer üstü ve yer altı sularına nazaran daha fazla miktarda çözülmüş mineral grupları, çeşitli gazlar ve tuzlar içeren sıcak sular buhar ve gazlar yardımı ile yüzeye taşınmış enerji çeşididir (enerji.gov.tr/jeotermal., Erişim Tarihi: 01.06.2021).



Şekil 2.8. Jeotermal Enerji Oluşum

Kaynak: URL-8

Jeotermal Kaynaklar Yenilenebilir enerji kaynaklarından bir tanesidir. Yağmurlardan deniz sularından daima beslenebilmektedir (Gürsoy, 2004).

Jeotermal kaynaklar diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre ekonomik yönden daha avantajlı bir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji çevre dostu enerji türüdür. Birçok kullanım alanı mevcuttur. Bunlar; konutta, tarım sektöründe, endüstri ve sanayi gibi alanlarda kullanılır.

Geçmişte yaşanan zamanlarda insanlar bu kaynaklara yakın alanlarda yaşamayı seçmişlerdir. Jeotermal Enerji kaynağı teknolojinin ilerlemesiyle önemli bir konuma gelmiştir (Evrans ve Evrans, 2018).

Jeotermal enerji kaynakları Fosil Enerji Kaynaklarına göre maliyetleri düşüktür. Fiyatlarındaki dalgalanma yaşama ihtimali olmadığı gibi, yerli kaynak olduğundan ithal edilecek hammadde sıkıntısı olmayacaktır (Doğan, 2019).

Yapılan bilimsel araştırmalara bakıldığında yer kürede bulunan jeotermal enerji kaynaklarının %1'inin bile enerjiye dönüştürülmesi ile halihazırda kullanılan fosil yakıtlardan imal edilen enerjinin 500 katı gibi yüksek miktarda enerji elde edileceği belirtilmiştir.

Ülkelere baktığımızda her ülkenin kendi normlarına göre ayrıştırma yapsalar bile genel anlamda jeotermal enerji 3'e ayrılır.

- Sıcaklığın seviyesinin düşük olduğu konumlar (20-70 °C)
- Sıcaklık seviyesinin orta olduğu konumlar (70-150 °C)
- Sıcaklık seviyesinin yüksek olduğu konumlar (150 °C'den yüksek)

Günümüzde jeotermal enerji kullanımını birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Tablo da jeotermal enerjisinin sıcaklık seviyesine göre kullanım alanları listelenmiştir.

Tablo 2.8. Jeotermal Enerjisinin Sıcaklık Seviyesine Göre Kullanım Alanları

Isı	Kullanım Alanları
180	Yüksek konsantras, solüsyon buhar vb. ile soğutma
170	Hidrojen Sülfid ile ağırsu eldesi
160	Kereste kurutulması
150	Bayer's yolu ile alüminyum eldesi
140	Çiftlik ürünlerinin çabuk kurultulması
130	Şeker endüstrisi tuz eldesi
120	Temiz su eldesi
110	Çimento kurutulması
100	Organik madde kurutma yün yıkama

Kaynak: URL-9

2.4.1. Jeotermal Enerjinin Avantajları ve Dezavantajları

Jeotermal enerjinin avantaj ve dezavantajları aşağıda verilmiştir.

- Aynı zamanda birden çok amaç doğrultusunda kullanım imkânı vardır.
- Yenilenebilir enerji kaynağı olması ve yeraltında mevcut rezervuarlar sebebiyle sürekli kendini beslemektedir.
- Jeotermal enerji mevcut olarak kullanılan kaynaklara göre daha ekonomik enerji kaynağıdır. Dışa bağımlılığı yoktur ve tamamen yerli kaynaktır. İşletme maliyetleri kendini kısa bir sürede amorti edilebilmektedir (Etemoğlu, İşman vd, 2006).
- Jeotermal Enerji sistemlerinde ısı kaybı minimum seviyededir ve atıkları taşıma, depolama gibi sorunları yoktur.
- Bazı enerji kaynakları gibi mevsimsel hareketlenmelerden etkilenmez. Bu şekilde enerji üretim de yıl boyunca dalgalanma yaşanmaz.
- Jeotermal enerji ort. 3 yıl gibi kısa sürede inşa edilme imkânı vardır ve hizmete girebilir.
- Değişen ve büyüyen teknolojik imkanlar sayesinde tamamı yerli ve milli olacak şekilde oluşturulabilir.

2.4.2. Dünyada Jeotermal Enerji

Jeotermal Enerji su kaynakları genel olarak fay hatlarının ve volkanik alanlara yakın yerlerde bulunmaktadır. Bu nedenle deprem alanları jeotermal kaynakları doğuran önemli alanlardır (Karagüç, 2013).

Araştırmalara göre volkanik alanların olduğu alanlar oldukça fazladır. Jeotermal kuşaklar dünyada jeolojik katmanlardan meydana gelir.

And volkanik Kuşağı: Güney Amerika'nın batı kıyıları boyunca uzanan hatlardır. Örneğin, Kolombiya, Ekvador vb.

Alp Himalaya Kuşağı: Hindistan ve Avrupa platolarının çarpışması sonucu oluşan kuşaklara denir. Ayrıca bu kuşak sahip olduğu 3000 km uzaklık sebebiyle en büyük jeotermal kuşaktır. Örneğin Türkiye, İtalya, Sırbistan vb.

Doğu Afrika Rift Sistemi: Tanzanya, Kenya ve Uganda gibi ülkelerin sınırlarında yer alan aktif bir sistemdir.

Karayip Kuşağı Adaları: Önemli potansiyele sahip bir kuşaktır. Bu potansiyele sahip ülkelerde yer alır.

Orta Amerika Volkanik Kuşağı: El Salvador, Nikaragua vb. ülkeleri kapsayan volkanik sitemlerdir.

Dünya üzerinde bilinen en uzun jeotermal kuşak Himalaya Kuşağı ve en geniş alana sahip kuşak ise Orta Amerika volkanik kuşağıdır. Jeotermal Enerjiden ilk fayda sağlayan ülke ise İtalya'dır.

Jeotermal enerjinin tarihsel gelişimini incelediğimizde 1904'lü yıllarda ilk olarak İtalya'da denemelerine başlanmıştır. Daha sonra denemeler başarılı olduğunda 1911 yılı itibari ile ilk ticaret yapabilecek elektrik santrali kurulumu yapılmıştır. 1958 yılına kadar tek üretici firma olarak hayatına devam etmiştir. 1958 yılından sonra Yeni Zelanda da kurulum yapılmıştır (Karalı, 2017).

Tablo 2.9. 2020 itibari ile Ülkelerdeki Jeotermal Enerji Santrali Kurulu Gücü

Sıra	Ülke	Güncelleme	Kurulu Güç
1	Amerika Birleşik Devletleri	Ara. 2020	3.174
2	Endonezya	Ara. 2020	2.133
3	Filipinler	Ara. 2020	1.918
4	Türkiye	Mar. 2021	1.624
5	Yeni Zelanda	Ara. 2020	1.005
6	Meksika	Ara. 2020	963
7	İtalya	Ara. 2020	944
8	Kenya	Ara. 2020	861
9	İzlanda	Ara. 2020	755
10	Japonya	Ara. 2020	603
11	El Salvador	Mar. 2016	205
12	Kosta Rika	Mar. 2016	204
13	Nicaragua	Mar. 2016	109

Kaynak: Doğan, S., (2019)

Tablo 2.10. Türkiye'nin Sahip Olduğu Yüksek Sıcaklıktaki Jeotermal Alanlar

Isı	Kullanım Alanları
Denizli- Kızıldere	242
Aydın- Germencik	232
Manisa- Alaşehir- Kurudere	184
Manisa- Salihli- Göbekli	182
Çanakkale- Tuzla	174
Aydın- Salavatlı	171
Kütahya- Simav	162
İzmir- Seferihisar	153
Manisa- Salihli- Caferbey	150

Kaynak: Bilgiç, M., 2015

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının mevcut kaynakların güncellenmesi ve yeni kaynak arayışları 2005 yılından beri devam etmektedir. 2004 yılında 3100 MWt olan kapasite 2015 yılı sonuna geldiğimizde bu oran 1900 MWt olarak sisteme eklenmiştir. Türkiye de 230 tane sondajlı jeotermal sahası yer almaktadır. Türkiye'nin jeotermal enerji kurulu gücü kapasitesi 31500 MWt olarak saptanmıştır. Türkiye'deki yer alan jeotermal kaynakların %90'a yakını düşük ve orta sıcaklıkta olup ısıtma termal turizm gibi alanlarda kullanıma uygundur. Geriye kalan bölümü ise elektrik üretimi vb. gibi işlemler için kullanıla devam edilmektedir (Deniz, 2018).

Tablo 2.11. Elektrik Üretimine müsait potansiyel (MWe)

Isı	Firma Sayısı (adet)	Kurulu Güç Kapasitesi
Elektrik üretimi amaçlı lisan alan	20	465
İşletmede bulunan elektrik üretim santrali	7	114
İncelemeye ve değerlendirmeye alınan lisans başvurusu	16	327

Kaynak: Deniz, S., (2018)

Ülkemizde yüksek sıcaklığa sahip jeotermal enerji alanları Batı Anadolu, Kuzeybatı Anadolu bölgelerinde faaliyet göstermektedir. Bu yüksek sıcaklık bulunduğu alanlar elektrik üretimine uyumlu bölgelerdir (Karagüç, 2013).

Ülkemizde yer alan jeotermal enerji üretme kapasitesi günden güne artmaktadır. 2007 yılı içerisinde 22 MWe olan kapasitesi, 2017 yılında 858 MWe 'ye yükselmiştir.

Ülkemizde bu enerjiden faydalanabileceğimiz en yüksek seviyedeki bölge ege bölgesidir. Türkiye'de yer alan Jeotermal enerji santralleri yaklaşık olarak 1.900.000 evin enerji ihtiyacını karşılamaktadır.

2.4.4. Jeotermal Enerjinin Çevresel Etkileri

Daha önce Türkiye'nin jeotermal enerji üstünlüğü konusunda anlattığımız birçok detaya rağmen kimyasal bakımdan ve termal bakımdan kirlilik toprağa, araziye maddi hasara sebebiyet vermektedir.

Jeotermal suların kapsadığı kimyasallar çevreye zarar verici etkenler taşır. İçerisinde bulunması ihtimal cıva ve bor metalleri gibi oldukça zararlı ve zehir bakımından üstün kimyasal maddelerdir. Sıklıkla olmasa da jeotermal atıkların göller ve nehirlere boşaltılması sonucu canlı habitatına zarar vermektedir.

2.4.5. Jeotermal Enerjinin Doğrudan Kullanım Oranları

Jeotermal enerjinin kullanım alanları aşağıda verilmiştir.

- Elektrik enerjisinin üretimi esnasında,
- Merkezi ısıtma-soğutma gibi uygulamalarda,
- Endüstrilerde proses ısı temininde,
- CO_2 , Li , gibi kimyasalların mineral üretiminde,
- Kaplıca turizminde kullanılmaktadır.

Tablo 2.12. Jeotermal Enerji Doğrudan Kullanımda Dünyadaki İlk 5 Ülke

İsı	MWt	T _j /Yıl
Çin	17871	174352
Amerika Birleşik Devletleri	17415	75862
İsveç	5600	51920
Türkiye	2886	45126
Almanya	2848	19531
Toplam	46620	366791

Kaynak: Kaya, T., (2018)

Jeotermal kullanımı olarak tabloda yer alan 5 ülke %63,1'lik alanı kapsıyor. Jeotermal enerji gün geçtikçe artmaya devam ediyor. Son 30 yıl içerisinde 1.000 MW'tan daha fazla enerjiyi kullanan ülkelere baktığımızda 11 iken bu sayı 36'lara çıkmıştır.

Tablo 2.13. Jeotermal Enerji Kullanım Alanları Kapasite Tablosu

Kullanım Alanları	Kapasite		Kullanım	
	(MWt)	%	(T _j /Yıl)	%
Jeotermal ısı pompası	49898	70,95	325,025	55,3
Merkezi ısıtma	7556	10,74	88,222	15
Sera ısıtma	1830	2,6	26,662	4,54
Su ürünleri havuz ısıtma	695	0,99	11,958	2,03
Tarımsal kurutma	161	0,23	2,06	0,35
Endüstriyel kullanım	610	0,87	10,543	1,78
Banyo ve yüzme	9140	13	119,381	20,31
Soğutma ve kar eritme	360	0,51	2,6	0,44
<i>Diğer</i>	79	0,11	1,452	0,25

Kaynak: Doğan, S., (2019)

Jeotermal enerjinin kullanım alanlarından bir tanesi de binalarda ısıtma sistemlerinde kullanılmasıdır.

400 °C'den yüksek sıcaklığa sahip akışkanlardan ülkemiz başta olmak üzere Yeni Zelanda, Japonya gibi ülkeler bu özellikten faydalanmaktadır (Karagüç, 2013).

İtalya, Türkiye, Çin, Rusya gibi ülkeler 300 °C sıcaklığa sahip akışkanlar konusunda önemli bir seviyede kullanım göstermektedir (Doğan, 2019).

Endüstrideki uygulamalarda Jeotermal akışkanın kullanımı tercihi yüksektir. Bu konu üzerinde 14 ülke akışkanlar yararlanmaktadır.

2.4.6. Jeotermal Enerjinin Dolaylı Kullanım Alanları

Jeotermal enerjinin kullanımındaki en önemli husus elektrik üretimidir. Dünya da bu tarzda elektrik üretme imkânı olan ülke sayısı 27' e çıkmıştır. Fakat bazı çevresel problemler nedeniyle ülkelerde bu tip santraller kapatılıp işletmeleri durmuşlar.

2.5. Biyokütle Enerjisi

Bu enerji türü canlı organizmaların ürettiği maddeleri kapsayan enerji türüdür. Sürdürülebilir olması, kolay bulunabilme özelliğinin olması, çevre dostu ve enerjinin verimli olması sebebi ile tercih edilen enerji kaynaklarından bir tanesidir (Akdoğan, 2018).

Güneş enerjisinin içerisinde kendisini absorbe etmekte olan maddeler ve atıklar biyokütle enerjisi için hammadde oluşumunu sağlar. Bu maddeler sonucunda elde edilen enerji biyokütle enerjisidir (Akdoğan, 2018).

Biyokütle çeşitli türleri barındıran toplumda yaşayan organizmaların belirli bir zamana ait olduğu toplam kütle olarak tanımlanabilir. Biyokütle organik karbon olarakta isimlendirilir.

Biyokütle kaynakları aşağıda verilmiştir.

- Yağlı tohumlu bitki türleri (Ayçiçek, Soya vb.)
- İçinde şeker ve nişasta bulunan bitkiler (Buğday ve patates, pancar vb.)
- Elyaf içeren bitki türleri (keten, kenevir vb.)
- Protein içeren bitki türleri (bezelye vb.)
- Tarımsal ve bit atıkları (saman, kök vb.)

Orman ürünlerinden kaynaklanan biyokütle kaynakları

- Orman atıkları (enerji bitki türleri, çeşitli ağaç türleri)

Hayvan türlerini içeren biyokütle kaynakları

- At, koyun gibi hayvan gruplarının dışkı, mezbahaneden kaynaklanan atıklar, hayvansal ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan atıklar.

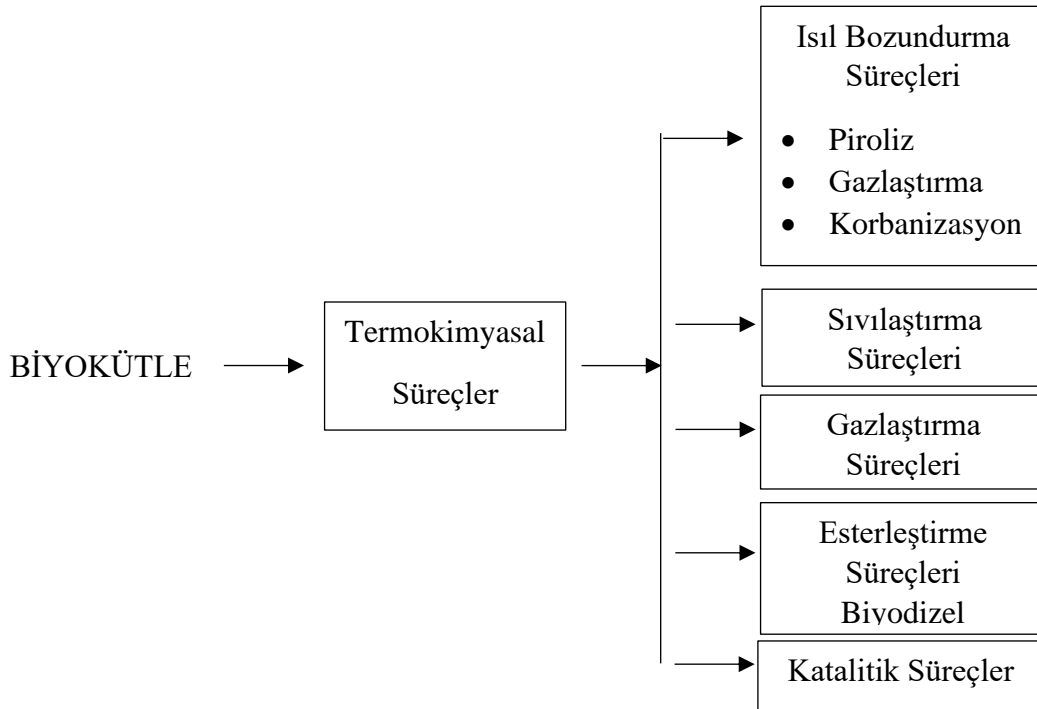
Organik ve şehir endüstrisinden elde edilmesi sonucu oluşan biyokütle kaynakları

- Dip çamuru ve kanalizasyon, sanayi ve gıda endüstrisinden kaynaklanan atıklar ve belediye atıkları

Biyokütle kaynaklarından elektrik enerjisi üretmek için 2 temel esasa dayanmaktadır.

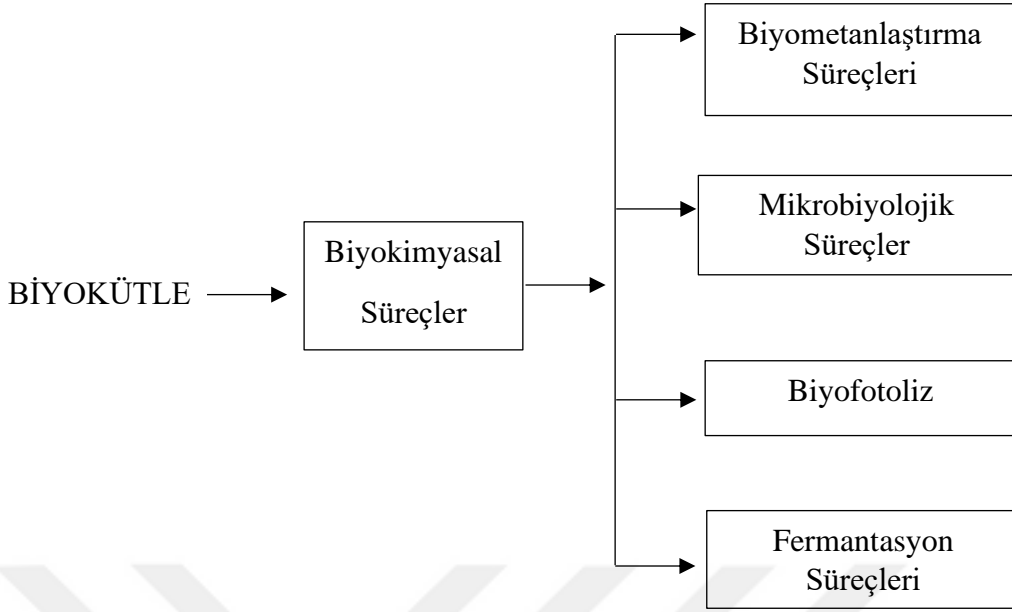
1. Termokimyasal dönüşüm
2. Biyokimyasal dönüşüm

Termokimyasal dönüşümler yanma-piroliz-gazifikasyon ve sıvılaştırma aşamalarından meydana gelmektedir. Biyokimyasal dönüşümler ise dijesyon-fermantasyon olarak aşamalandırılır. Yakıt kaynakları olarak yer alan atıklar ve biyolojik kaynaklar her iki aşamada da kullanılmaktadır (Şeker, 2010). Aşağıdaki şekilde biyokütle döngüsü yer almaktadır.



Şekil 2.10. Biyokütle Döngüsü

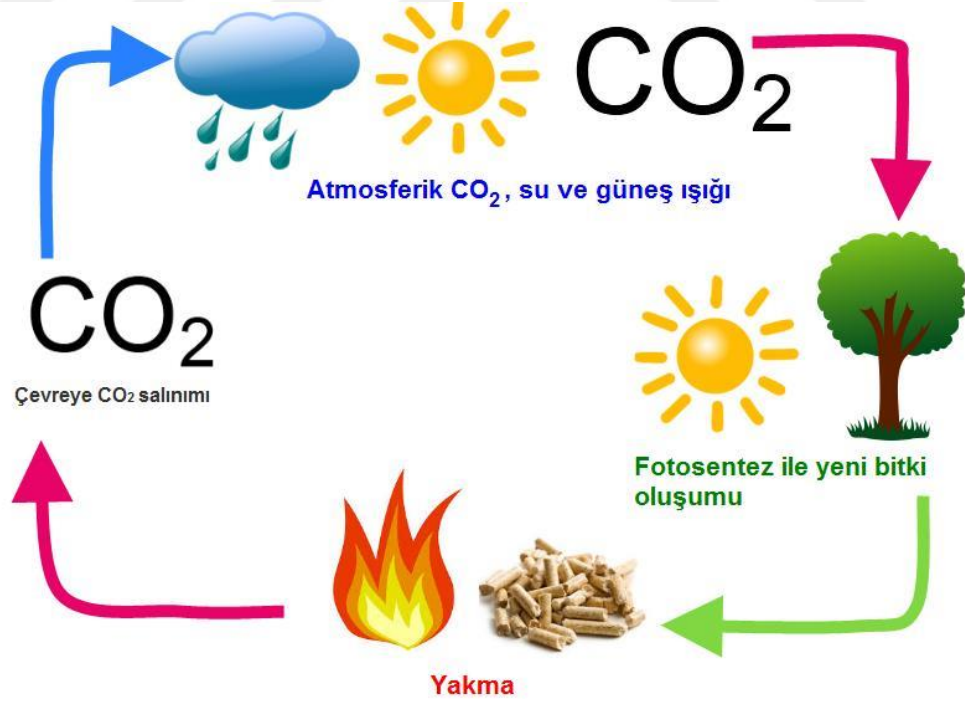
Kaynak: URL-11



Şekil 2.11. Biyokütle Döngüsü 2

Kaynak: URL-11

Yukarıda belirttiğimiz yöntemler ile farklı türle yakıt türleri üretebilmektedir.



Şekil 2.12. Biyokütle Döngüsü 3

Kaynak: URL-11

Biyokütle döngüsüne baktığımızda yer alan sistemin doğru bir sistemde çalıştığını ve bu işlemten sonra herhangi bir atık malzemenin oluşmadığını söylemek mümkündür.

2.5.1. Biyokütle Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları

Biyokütle enerjisinin avantajları ve dezavantajları aşağıdaki yer almaktadır.

- Dünya da fosil yakıtlardan sonra en çok kullanıma sahip enerji biyokütle enerji kaynağıdır.
- Hammadde yeterliliği olarak baktığımızda bu yenilenebilir enerji ilk sırada yer alır.
- Diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile kullanılabilir ve dönüşüm kolay sağlanır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları arasından sürekliliği ve depolanabilirliği açısından üstünlüğe sahiptir.
- Her koşulda var olmaktadır.
- Yenilenebilir enerji alanında en eski enerji olduğundan iyi bilinen enerji türünden biridir.
- Biyokütle kaynakları olarak seçim yapılacak ürünler gıda sorunu oluşturmayacak şekilde seçilmiştir.

2.5.2. Biyokütle Kaynakları

Biyokütle enerjisini kendi içinde ayırmak mümkündür. İçeriğine ve kaynak orijinine göre sınıflandırma yapabilmekteyiz. Biyokütle enerji kaynakları; Organik ve İnorganik şeklinde olmak üzere 2'ye ayrılır.

Tablo 2.14. Biyokütle Kaynaklarının İçerdiği Maddelere Göre Sınıflandırılması

Organik		İnorganik	
Çürüeyebilen	Çürümeyen	Parçalanabilir	Parçalanamaz
Gıda atıkları Bahçe atıkları Hayvansal atıklar Ve bu atıklardan kirlenen malzemeler	Kağıt Odun Tekstil Deri ve plastik	Metaller (çeşitli seviyede korozyona uğrayabilenler)	Cam, seramik, mineral, çakıl, beton ve inşaat molozları

Kaynak: İlleez, B., (2018)

Biyokütle enerji kaynaklarını modern ve klasik olmak üzere 2 grupta incelenmektedir. Klasik kaynaklara bitki atıkları ve odunun yakılmasından elde edilmesi örneğini verebiliriz. Bu yöntem aşamasında verimli bir enerji açığa çıkmamaktadır. Modern biyokütle kaynaklarını incelediğimizde sıklıkla kullanılan ormanlarda özel koşullar altında yetişmiş bitki türlerinin biyokütle enerji yöntemleri ile yüksek biyokütle yöntemlerinin kullanılmasıyla oluşan enerjilere denir. Bu enerjiler 3 farklı şekilde karşımıza çıkmaktadır. Isı, elektrik ve sentetik yakıt türleri olarak karşımıza çıkar (İllez, 2018).

Biyokütle kaynaklarında sıvı halde bulunan türler biyodizel ve biyoetanol'dur. Gaz halinde bulunan biyoyakıt türü biyogazdır. Katı halde bulunan biyoyakıt türleri de biyobiriket ve biyokömür olarak isimlendirilir. Biyokütle enerji türlerine baktığımızda en çok kullanıma sahip 2 tür karşımıza çıkmaktadır, bunlar biyodizel ve biyoetanol'dur (Öztürk, 2013).

Dünyada giderek kullanımı artan biyoyakıtın faydalarına baktığımızda aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

- Depolanabilir ve sürdürülebilir oluşu sebebi ile ülkemizdeki fosil yakıtlar için ithalatın düşmesini sağlamaktadır.
- Enerji temelli tarımın gelişmesine katkı sağlamaktadır.
- Kırsal alandaki gelişmeyi ve büyümeyi sağlamaktadır.
- İstihdama katkıda bulunmaktadır.
- Çevreye ve doğaya saygılı bir enerji türü olduğundan zarar vermesi söz konusu değildir.
- Depolanmasında veya taşıma işlemi sırasında sorun oluşturmaz.

2.5.3. Dünyadaki Biyokütle Enerji Piyasası

Biyoenjerji türü dünyada öneme sahip en büyük enerji kaynağı olarak yer almaktadır. Dünyadaki kullanılan enerjiler arasından biyokütle enerjisi tüketilen enerjinin %14'ünü karşılamaktadır. Yer almakta enerjilerin birçok versiyonları ısıtılarda, pişirmelerde kullanılmasına karşın günümüzde elektriğin üretiminde ve yakıt olarak kullanılmaktadır (Kocakuşak, 2018).

Adı geçmiş olan enerji türünün dünyadaki tüketim oranına baktığımız zaman %74 etanol yakıtlardan, %22'si biyodizel yakıtlardan oluşmaktadır.

Dünyada biyoyakıt enerjinin kullanımındaki teknolojiyi geliştiren ülke Amerika Birleşik Devletleri %46 ile yer almaktadır. Bu ülkeyi %24 ile Brezilya takip etmektedir (Doğan, 2019).

Dünyadaki ülkelere baktığımızda biyokütle ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminde Amerika Birleşik Devletleri 1. Sırada yer almaktadır. Amerika'dan sonra Çin ve Almanya gelmektedir.

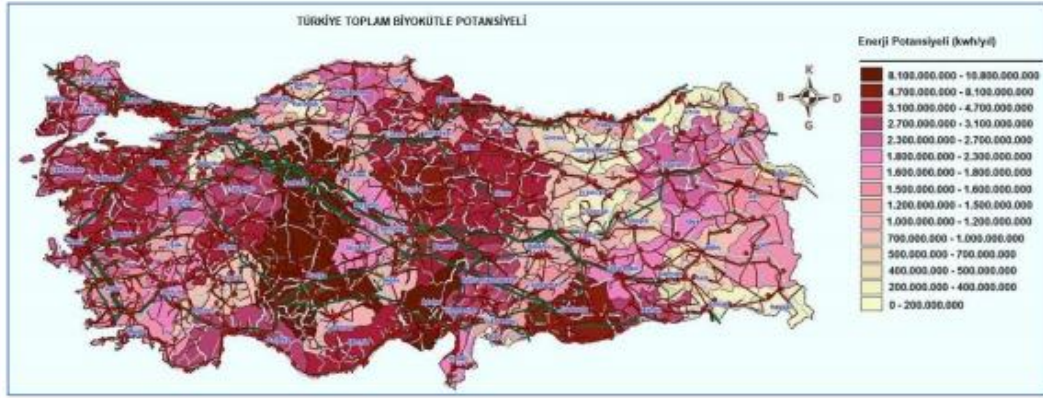
Tablo 2.15. 2017 Yılı Dünyadaki Ülkelerin Enerji Tüketim Oranları

Ülkeler	Toplam Enerji Tüketimi(Mtpe)
Amerika Birleşik Devletleri	19,1
Çin	17,5
Brezilya	12,3
Almanya	11,7
Birleşik Krallık	7,2
Japonya	7
İtalya	5,8
Endonezya	29
Filipinler	2,6
Türkiye	2

Kaynak: Doğan, S., (2019)

2.5.4. Türkiye’de Biyokütle Enerji Potansiyeli

Ülkemiz, Biyokütle enerji kaynakları üretimi açısından elverişli, tarım alanlarının kullanılabilirliği, su kaynaklarının yeterliliği bakımından oldukça elverişli bir yapıya sahiptir. Bu avantajları ile Türkiye biyoyakıt enerji üretim kaynaklarını bakımından kapasitesini artırabilecek güce sahiptir. Genel olarak Türkiye’nin biyokütle kaynaklarını tarım alanları, ormanlar, organik ve kentsel atıklar oluşturmaktadır (Toklu, 2017).

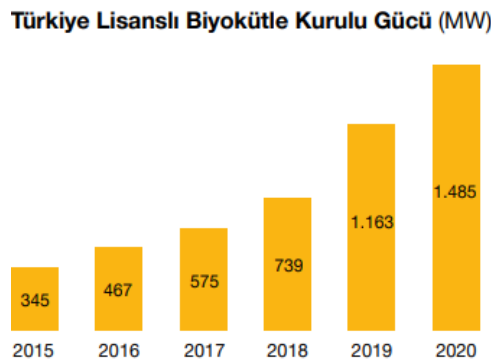


Şekil 2.13. Türkiye’de İllere Göre Biyokütle Potansiyel Dağılımı

Kaynak: Toklu, E., (2017)

Biyokütle enerji potansiyeli ile ilgili Enerji Tabii kaynaklar Bakanlığı ile yenilenebilir enerji Genel Müdürlüğü’nün Türkiye Biyokütle Enerji Potansiyeli Atlası (BEPA) adlı uygulaması bulunmaktadır. BEPA, Türkiye’nin neresinde hangi biyokütle kaynağından ne kadar elektrik ne kadar biyoyakıt üretme potansiyeli olduğunu, bu kaynakların ülkenin hangi yönlerinde yoğunlaştı harita üzerinde grafiksel ve sayısal ifadeler ile dinamik olarak sunulabilen Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulaması olarak tanımlanmaktadır. BEPA hem il hem de ilçe bazında biyokütle enerjisi potansiyeli analizi işlemlerini yapılabilmektedir (bepa.enerji.gov.tr).

Ülkemizde Biyokütle potansiyeli yatırımları her geçen gün artış göstermektedir. Türkiye’de yer alan biyokütle enerji kurulu gücünün gelişimi aşağıdaki grafikte yer almaktadır.

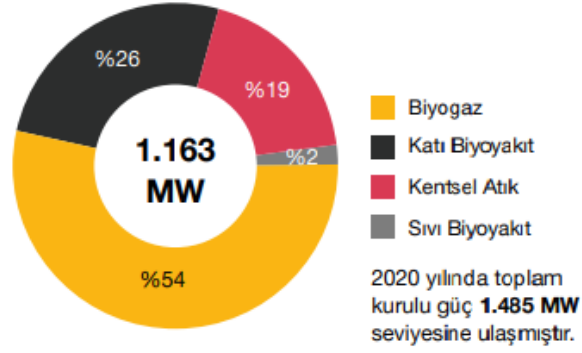


Şekil 3.14. Türkiye Lisanslı Biyokütle Kurulu Gücü

Kaynak: URL-14

Biyokütle'nin 2019 yılındaki güç dağılımına baktığımızda pasta diliminin en büyük kısmını %54' ile biyogaz oluşturmaktadır. Biyogazdan sonra biyoyakıt, sıvı biyoyakıt ve kentsel atık izlemektedir.

Biyokütle Kurulu Güç Dağılımı (% , 2019)

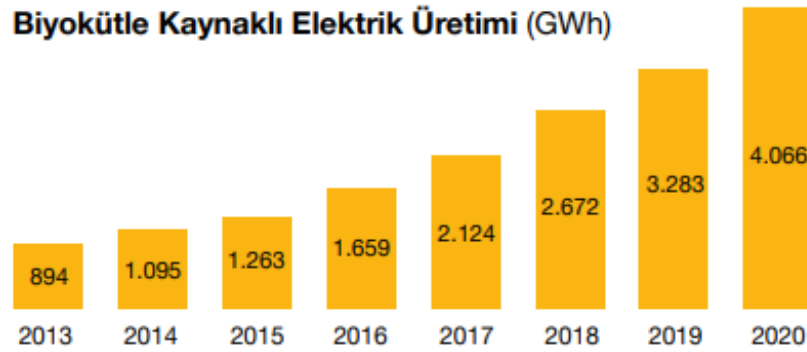


Şekil 2.15. Biyokütle Kurulu Güç Dağılımı

Kaynak: URL-14

Son yıllarda elektrik üretimini incelediğimizde biyokütle de elektrik kaynaklı üretimin arttığını görmekteyiz. 2020 yılındaki elektrik üretimini incelediğimizde diğer yıllara göre %23 artış göstererek 4,1 TWh seviyesindedir. Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında biyokütle'nin sahip olduğu elektrik üretimindeki düzeyi %4'tür.

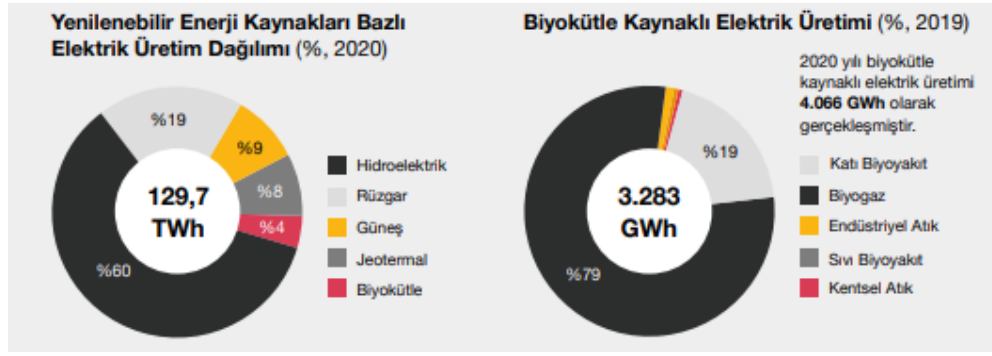
Biyokütle Kaynaklı Elektrik Üretimi (GWh)



Şekil 2.16. Biyokütle Kaynaklı Elektrik Üretimi (GWh)

Kaynak: URL-14

Tüm yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretimi bazlı kaynak dağılımını aşağıdaki grafikte yer almaktadır. Ayrıca biyokütle kaynaklı elektrik üretimi dağılımı da sırasıyla biyogaz, katı biyoyakıt olarak devam etmektedir.



Şekil 2.17. Elektrik Üretim Dağılımları

Kaynak: URL-14

2.5.5. Biyokütle Kaynakları Kullanım Alanları

Kullanım alanlarına baktığımızda elde edilme türlerine göre 3'e ayrılır.

- **Birincil biyokütle enerji kaynakları** enerji üretiminde bitki bakım-yetiştirme özelliklerini barındırmaktadır.
- **İkincil biyokütle enerji kaynakları** enerji üretiminde kullanıma sunulan yan ürünleri ifade eder. Bir ürün hasat edilirken enerji üretiminde kullanılmaz.
- **Üçüncül biyokütle enerji kaynakları** mevcut ömrünü tamamlamış olan her türlü atık maddeyi kapsamaktadır. Atıkları incelediğimizde hayvansal, kentsel, tarımsal ve endüstriyel atıklar olduğunu söylemek mümkündür.

2.6. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi

2.6.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yöneliş Nedenleri

Gelişmişlik göstergesi olan enerji sektörü ülkelerin önlerindeki en önemli ihtiyaçları olarak görülmektedir. Teknolojinin gelişip büyümesi ile önümüzdeki yıllarda enerjiye ihtiyaç artacaktır.

Günümüzdeki enerji ihtiyacı Fosil Yakıtlardan, Nükleer enerji santrallerinden ve Yenilenebilir Enerjiden karşılanmaktadır. Fakat kullanılan veya varlığını sürdüren Fosil Yakıt Kaynaklarının miktarları günden güne azalmaktadır. Artık enerji ihtiyaçları Yenilenebilir Enerji kaynaklarından elde edilmeye başlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları hem insan sağlığı açısından tehlike oluşturmamakta hem de çevre dostu enerji olması sebebiyle tercih edilmeye başlanmıştır.

Enerji ihtiyacındaki en önemli nokta kullanılan enerjinin uygun, temiz, kaliteli, güvenilir kesintisiz olması önemlidir. Ayrıca tek bir kaynaktan değil çeşitli kaynaklardan elde edilmesi Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına olan talebi artırmıştır.

Ülkemizde ve dünyada bu zamana kadar elde edilen veya kullanılan enerji kaynakları kullanım fazlalığı ve üretim fazlalığı sebebiyle hem maddi kayıp hem de insan sağlığına olumsuz etkileri olmuştur.

Geldiğimiz bu noktada insan sağlığı ve çevreye karşı duyarlılık Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına olan talebi bir kez daha ortaya atmaktadır. Bu sebeple önümüzdeki yıllarda enerji sektörüne yatırım artırılmalı ve yenilenebilir enerji sektörüne geçilmelidir.

2.6.1.1. Enerji arzının sürekliliği

Dünyadaki teknolojinin artması ve yaşam kalitesinin yükseltme arzusu nedeniyle Her geçen günde enerji ihtiyacımız artış göstermektedir. Kullanılan enerji kaynaklarındaki hammaddenin tükenmesi ile ülkeler yeni enerji kaynakları arayışı içine girmişlerdir.

Kullanılan enerji kaynaklarını incelediğimizde en uygun kaynağın Yenilenebilir Enerji Kaynakları olduğu çıkarılmıştır. Yenilenebilir Enerjinin güvenilir ve kesintisiz erişime uygunluğu bakımından kullanımı yaygınlaşmaktadır. Çevre dostu olması sebebiyle Yenilenebilir Enerji alanında yapılan çalışmalar yoğunlaştırılmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişte yaşanacaklar:

- İthalat azalmaya başlayıp, yerli enerji kaynakları üretimi artış gösterecek,
- Yapılacak yerli kaynak üretiminde istihdam oranı artış gösterecek,
- Yenilenebilir enerjinin üretimi teknolojinin gelişmesine katkı sunacak,
- Enerjiye yatırım teşviki artacak,
- Yenilenebilir Enerji sektöründe güven ve istikrar sağlanacak,
- Enerjiye bağımlılığımız azalacak.

2.6.1.2. Sosyal ve ekonomik nedenler

Yeni kurulacak enerji santrallerinin kurulum planlaması yapılırken dikkat edilmesi gereken birkaç husus yer almaktadır. Üretim ve işletme masrafları, atık maddeler ve bunların geri dönüştürülmesi gibi birçok madde yer almaktadır.

Yapılan araştırmalarda Yenilenebilir Enerji Kaynakları en verimli ve en ideal sistemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yenilenebilir Enerji Kaynakları lkemizin birçok bölgesinde kurulumları uygun olacağından iletim-dağıtım masrafları az olacaktır. Devlet teşvikleri ile bu kapasite artırılabilir (Gedik, 2015).

lkelerde yer alan kırsal alanlar Güneş Enerjisi ve Rüzgâr Enerjisi için uygun alanlar olarak yer almaktadır. Bu enerji sistemleri kurulduğu bölgelerde istihdamı artırıcı etkisi bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile dışa bağlılığımız azalacak ayrıca Fosil yakıtların kullanımda ortaya çıkan kirlilikler ortadan kalkacaktır.

Günümüz gelişen teknolojiler de artık enerji olarak Yenilenebilir Enerji Kaynakları kullanılması ve teşvikler sağlanmalıdır. Temiz evre, kesintisiz enerji kaynakları üretime katkı sağlayacaktır.

2.6.1.3. Çevresel nedenler

evre ve enerji arasındaki bağlantı kimi zaman karşımıza büyük sıkıntılar çıkarmaktadır.

Geldiğimiz noktada asit yağmurlarının oluşması, karbon salınımının artması gibi problemler çevreye zarar vermektedir. Üretim esnasında ve sonrasında yaşanan bu sıkıntılar iklim değişikliğine neden olup, yaşayan canlı popülasyonuna zarar vermektedir.

2.6.1.4. Enerji evre ilişkisi

evre-enerji ilişkisine baktığımız zaman aynı erevrede düşünülmesi gerekmektedir. Enerji için yaptığımız planlarda her daim çevresel faktörleri hesaba katmalıyız.

Dünyamız günden güne doğal kaynakları kaybetmektedir. Bu kapsamda yok olmayı engellemeye yönelik bir takım eylem planları yapılmalıdır. Halihazırda kullanılan Fosil yakıtların kullanımının durdurulması veya azaltılması bu konuda yapılacak en önemli hamle olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.6.1.5. Enerjinin evre ve insan sağlığına etkileri

İnsanlar tarafından yapılan her türlü işlem doğa üzerinde oluşabilecek bazı etkiler yaratmaktadır.

Bu etkilerin en önemlisi ve en önde gelen faktör enerji üretimidir. Fosil yakıtlar canlıların ve çevrenin yaşayış biçimlerini etkiler ve olumsuz sonuçlar doğurabilir.

Dünyada birçok ülkenin yer aldığı bir sempozyumda imzası atılan KYOTO protokolü ile karbon salınımına karşı çözüm üreten sistemler geliştirilmektedir.

Yer alan enerji santrallerinin kullanımını sürdürürsek gelecekte iklim değişikliği ve sera gazları gibi durumlardan kaynaklanacak olumsuz sonuçların doğurabilecektir (Gedik, 2015).

2.7. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı

2.7.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Ekonomik Yansımaları

Yenilenebilir enerji kaynaklarının yatırım oranları gün geçtikçe artmaktadır. 2015 yılına baktığımızda 286 milyon dolar seviyesine ulaşmıştır. Her yıl Temiz Enerji yatırımları %5'lik artış göstermektedir (Karalı, 2017).

Ülkemizde enerjinin kişi başına gelirin belirlenmesinde en etkili faktör olmuştur. Enerjinin artması ülke ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır. Ülkemiz Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına hali hazırda oldukça fazla teşvikler vermektedir. Bu teşviklerin artması ülke ekonomisine oldukça katkı sağlayacaktır.

2.7.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının İstihdama Katkısı

2015 yılında dolaylı veya direk istihdam sayısı 8 milyon kişi olmuştur. Endüstri 4.0 ile insan gücünde azalmalar olsa da istihdam oranları gitgide artmaktadır. Ülkeler bazında incelediğimizde istihdam oranları aşağıdaki tabloda karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 2.16. Ülke Bazında Yenilenebilir Enerji Sistemleri İstihdam Durumları

Ülkeler	Güneş Enerjisi	Rüzgar Enerjisi	Hidroelektrik Enerji	Jeotermal Enerji	Biyokütle Enerjisi
Dünya	3711	1081	204	160	2882
Çin	2395	507	100	X	821
Brezilya	45	41	12	X	821
ABD	204	88	8	35	429
Hindistan	178	48	12	X	93
Japonya	377	5	X	2	3
Bangladeş	127	0,1	5	X	9
Almanya	48	149	12	17	120
Fransa	27	20	4	31	87
Diğer AB ülkeleri	103	162	31	55	275

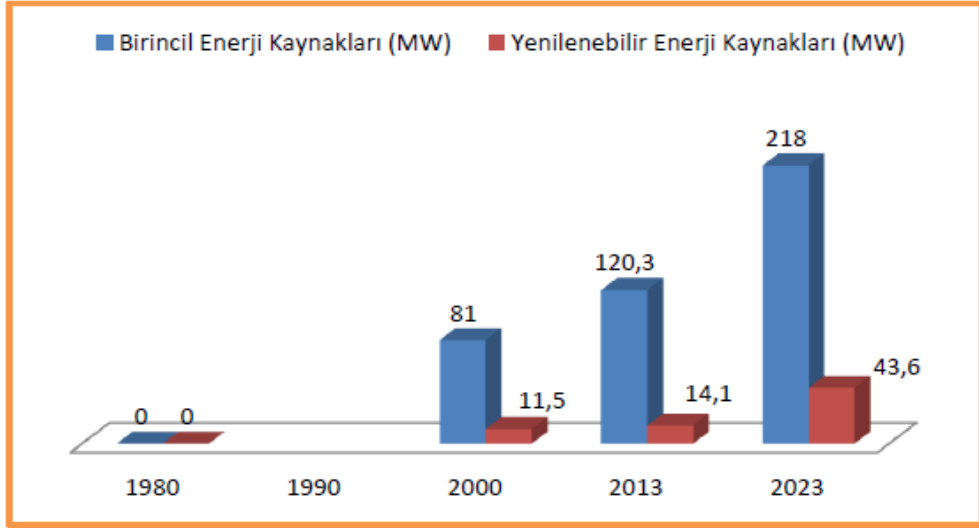
Kaynak: Karalı, Ş., 2017

2.7.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Yatırımları

Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeline baktığımızda Türkiye yüksek verimli ülkeler arasında yer almaktadır. Bu kaynaklara baktığımızda bir kısmı yeteri kadar kullanıma sunulsa da henüz yeterli bir seviyeye ulaşılamamaktadır (Evli, 2018).

Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına baktığımızda ülkemizde ilgi görmeye başlamıştır. Enerji ve tabii kaynaklar bakanı Sn. Dönmez ’in Nisan ayında açıkladığı veriye göre Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarındaki Kurulu Gücü %53’1 dayanmıştır. Bu veriye odaklandığımızda ülkemizin aslında uzun yıllardır süregelen enerji ithalatının bu vesile ile azaldığı, bu alanda oluşan istihdamın arttığı ve ülke ekonomisine getirilerini görmekteyiz.

Aşağıdaki grafikte Yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları tüketim grafiği verilmiştir. Buna göre 2023 yılına kadar Yenilenebilir Enerji Kaynaklarındaki artış göze çarpmaktadır.



Şekil 2.18. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketim Grafiği

Kaynak: Evli, S., (2018)

TÜRKİYE TOPLAM KURULU GÜCÜ

89.681 MW (Nisan 2019)

YERLİ KAYNAKLAR PAYI

%61

YENİLENEBİLİR ENERJİ TOPLAM KURULU GÜCÜ

43.163 MW (Nisan 2019)

YENİLENEBİLİR ENERJİ PAYI

%48



%32 HİDROELEKTRİK



%29 DOĞALGAZ



%12 YERLİ KÖMÜR

%10 İTHAL KÖMÜR



%8 RÜZGAR



%6 GÜNEŞ SANTRALLERİ



%1 JEOTERMAL

%2 DİĞER

Şekil 2.19. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kurulu Gücü

Kaynak: URL-15

Yukarıdaki tabloya baktığımız zaman Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücünü görmekteyiz. Ülkemiz alanında yıldan yıla kurulum bakımından artış göstermiştir. Yapılan bu çalışmalar neticesinde birçok alanda olumlu gelişmeler yaşanmıştır. Türkiye yenilenebilir enerji bakımından birçok yönlü avantaja sahiptir. Gerek ülkenin yer aldığı konumdan gerekse şartların elverişli olmasından kaynaklı oldukça avantajlı sayılmaktadır.

Ülkemizin 2023 yılına ait üretim hedefleri aşağıdaki tabloda ayrıntılı bir şekilde yer almaktadır.

Tablo 2.17. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üretim Hedefleri

Yenilenebilir Kaynaklar	2019	2023
Hidroelektrik	32000	34000
Rüzgar	13308	20000
Güneş	3000	5000
Jeotermal	706	1000
Biyokütle	683	1000
Toplam	49697	61000

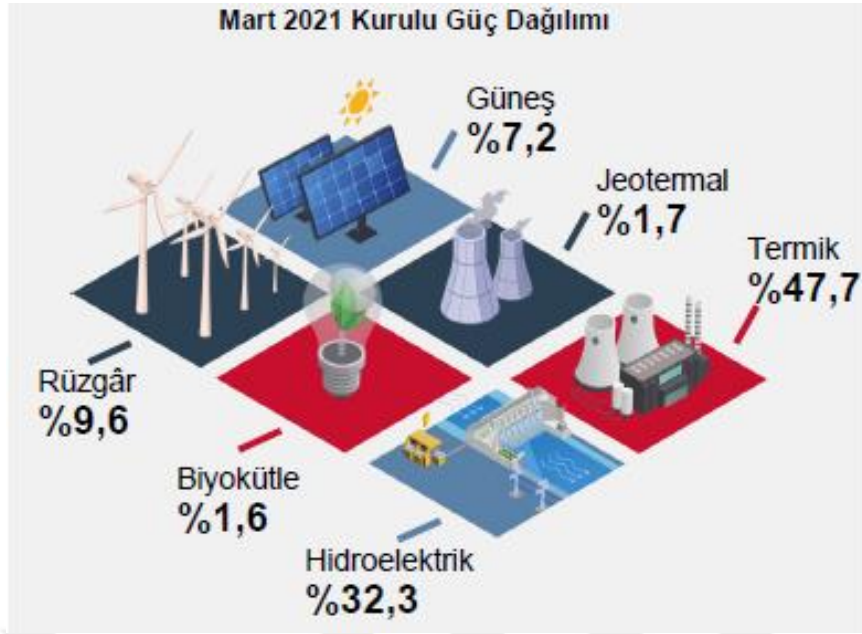
Kaynak: Doğan, S., (2019)

2.7.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye’de Geleceği

Temiz enerji ile dışa olan bağımlılığın azaltılması, sürdürülebilir, çevre dostu gibi faktörler sebebi ile önemli bir hal almıştır. Dünyadaki toplam üretilen enerjinin %20’si bu enerji kaynaklarından yararlanılmaktadır. Fosil yakıtların günümüzde azalması ve bağımlılık seviyesinin azalması ümit verici bir gelişme olarak karşımıza çıkmaktadır (Kaya, 2018).

Ülkemiz kaynak bakımı itibari ile oldukça verimli bir ülkedir. Bu büyük fırsat olmasına karşın hala yeterince üzerine düşülmemektedir. Maliyetlerin yüksek olması, teşvik yetersizliği, enerji yetkinliği yetersizliği gibi bazı faktörler sebebi ile kurulum yetersizdir. Ülkemiz son yıllarda yenilenebilir enerji sektörü kurulu açısından atağa kalkmıştır. Ülkemizde Yenilenebilir Enerji Kaynağı Kurulu Güç oranı %54’leri bulmuştur. Bu alanda yapılan doğru ve yerinde enerji politikaları, teşvikler sayesinde bu oranı artırmaya devam edecektir.

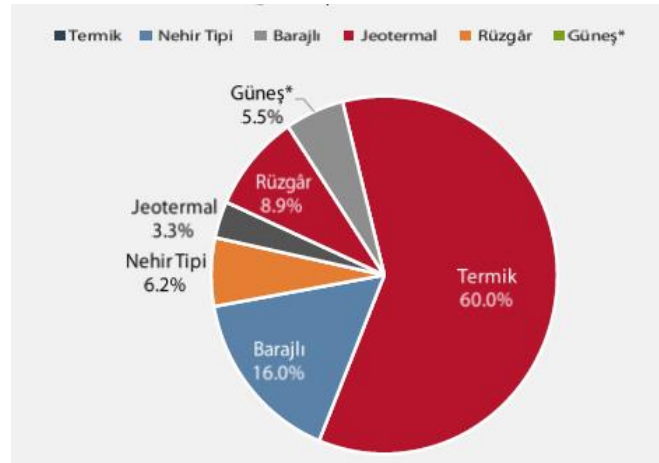
Mart 2021 yılı itibari ile ülkemizde Yenilenebilir Enerji kaynağı alanlarına göre kurulu güç aşağıdaki resimde yer almaktadır.



Şekil 2.20. Kurulu Güç Dağılımı

Kaynak: URL-15

Elektrik üretimini incelediğimizde şubat ayında yaklaşık olarak 24,44 TWh olan elektrik üretim yüzdesi, mart ayında 27,81 TWh olarak gerçekleşmiştir. Geçen yıla göre karşılaştırma yaptığımızda elektrik üretimi %12,7 oranında artış göstermiştir. Kaynak bazı üretim verileri aşağıdaki resimde yer almaktadır.



Şekil 2.21. Kaynak Bazlı Üretim

Kaynak: URL-15

2.7.5. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye Ekonomisi İçin Önemi

Türkiye'nin 2018-2020 yılları arasında yer verdiği Orta Vadeli Mali programda Cari açığa azalmanın sağlanması gerektiğini ve bu azalmayı da en çok enerji hammadde ithalatının yol açtığı yazılmıştır. Bu açığın azaltılabilmesi için bazı hususlara dikkat çekilmektedir.

- Yenilenebilir Enerjide Toplam Kurulu Güç sayısı artırılarak maliyetin düşürülmesi amaçlanacak.
- Yenilenebilir Enerji santralleri için işletme ve kurulum maliyetleri için devlet teşvikleri hazırlanıp verilecek.
- Hali hazırda var olan kaynaklar geliştirilip yeni kaynak arayışlarına geçilecektir.
- Elektrik üretiminde ve dağıtımında yaşanan verim kaybı iyileştirilerek fayda elde edilecek.

Tablo 2.18. Türkiye'nin 2015-2020 Yılları Arasında Enerji Verileri

Yıl	Enerji İthalatı
2015	37,8
2016	27,5
2017	35
2018	42
2019	45
2020	49

Kaynak: Kaya, T., (2018)

Yenilenebilir enerji kaynakları verimli kullanılsa Türkiye Enerji alanında çığır açacaktır. Ülkemizde temiz enerji kullanıldığında bizlere sağlayacağı yararlar şunlardır;

- Enerjide yapılacak doğru adımlar sayesinde ithalatın önüne geçilecek, GSMH'ye büyük katkı sağlayacak.
- Yenilenebilir Enerji sektöründeki büyüme sanayide pozitif bir yönlü artış sağlayacak.
- Fosil yakıtların azalmasına ve ithal edilmesinin önüne geçecektir.

2.7.6. Türkiye'nin Enerji Stratejisi ve Hedefleri

Yenilenebilir Enerji hedefleri;

- Yenilenebilir Enerji ölçeğinin %30'a çıkarılması ve Enerji borsasının kurulması
- Rüzgâr Enerjisinin 20.000MW seviyelerine çıkarılması
- Hidroelektrik Enerjisinden tam kapasite ile yararlanılması
- Enerji ithalatının azaltılması
- Elektrik kaçak oranının %5' indirilmesi
- Biyoyakıt sektörünün geliştirilmesi için çalışmalar yapılması şeklinde hedefler çizilmiştir.

2.7.7. Yenilenebilir Enerjinin Türkiye'deki Uygulamaları

Ülkemizde son dönemlerde yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çalışmaların önemi artmıştır. Devlet teşvikleri sayesinde özellikle güneş ve rüzgar enerji sektöründeki artış ülkemiz açısından büyük önem arz etmektedir. Fosil yakıtlara olan bağıllığın azalması ve enerji üretiminin yenilenebilir enerjiler aracılığıyla sağlanması ülkemize hem çevre hem de ekonomi bakımından avantaj sağlayacaktır.

Ülkemizde yenilenebilir enerji ile ilgili yapılan çalışmalar aşağıdaki gibidir.

DOĞUŞ OTOMOTİV

Doğuş otomotiv karbon ayak izini azaltmak ve sürdürülebilir enerji çalışmalarına katkıda bulunmak amacıyla Şekerpınar Lojistik firmasının çatısına güneş panelleri için yatırım çalışmalarına hızlandı. Ayrıca 2,2 milyon dolar yatırımla Nisan 2022'de yapımı tamamlanacak proje ile yıllık 4590 mWh enerji üretebilecek kapasiteye ulaşacaktır. Yapım işlemi tamamlandıktan sonra Şekerpınar lojistik binasının enerjisinin %100'ü yenilenebilir enerjiden karşılanacaktır.

SIEMENS

Siemens Türkiye, yaptığı yatırımlar ile tüm kampüslerinde kullanmış olduğu enerjinin tamamı yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Tüm verimlilik çalışmaları ile son 5 yılda karbon salınımı %70 oranında azalmıştır.

ELEKTRİK ÜRETİM VE ASELSAN

Türkiye'nin ilk yerli ve milli rüzgâr türbini Aselsan ve Elektrik Üretim A.Ş. ortaklığıyla üretilecektir. Üretilen rüzgâr türbinleri ilk olarak Alaçatı'ya kurulacaktır. Yapılan bu hamle ile yurtdışına olan enerji bağımlılığı azalacaktır. Ayrıca rüzgâr enerji santrallerine olan yatırım 2021 yılını rekor seviyede kapatmıştır.

BİM

BİM kendi depolarının çatısına yerleştirmiş olduğu güneş enerji sistemleri ile karbon salınımının azaltılmasına destek olmaktadır. Güneş enerjisinin en büyük avantajlarından bir tanesi de hiçbir şekilde arsa veya tarlaya gerek duyulmadan çatılara yerleştirilmesidir. BİM'in Batman, Iğdır, Denizli ve Arnavutköy depolarında GES yer almaktadır.

KALYON HOLDİNG

Kalyon holding Konya Karapınar da 2600 futbol sahası büyüklüğünde arazi de kurulu güneş panelleri yerleştirmektedir. Tamamlanan 1. Faz ile 700 bin adet güneş paneli montajı yerleştirilmiştir. Proje tüm fazları tamamlandığında toplam 3.5 milyon güneş paneli ile 1000 mWh enerji üretip 2 milyon 400 hanenin elektrik enerjisini karşılayacaktır.

3. YÖNTEM

Çalışmamız da ÇKKV yöntemlerinden yararlanılacaktır. Çok ölçütlü karar verme teknikleri karar bilimlerinin bir alt dalıdır. Karar verilirken problem ölçütlere göre incelenmektedir. Kullanıcıların elde etmiş olduğu veriler yeterli seviyede kontrol etmedikleri gözlemlenmiş olup bu yöntemin geliştirilmesine karar verilmiştir.

Genel anlamda bu problemlere baktığımızda var olan problemin ortaya konulması için, birbirleri ile tutarsız ölçüt ve karar verilmesi için en az 2 alternatifin olması gerekmektedir. Bazı karar verme problemlerine baktığımızda içlerinde birden çok ölçüt barındırabilmektedir. Ancak alternatiflerden herhangi biri tüm ölçütler için en verimli/optimal sonucu verebilir. Bu durumda çok ölçütlü karar vermeden bahsetmek mümkün olmamaktadır. Ölçütlerin birinde yaşanacak olan bir artış nedeniyle diğer ölçütlerde azalmaya neden oluyorsa bu ölçütler tutarsız ölçütlerdir. Bütün ölçütlerde optimal olan tek bir alternatif yok ise bu birden çok alternatif sonuç olduğunu göstermektedir (Akman, 2019).

Çok ölçütlü karar verme aşamaları aşağıdaki gibidir;

- Alternatiflerin belirlenmesi,
- Ölçütlerin tanıtılması,
- Ölçütlerin birbirleri ile kıyaslanması,
- Alternatiflerin belirlenen ölçütlere göre ele alınması,
- Probleme uygun olacak çok ölçütlü karar verme yönteminin uygulanması,
- Optimal çözümün elde edilmesi,
- Elde edilen çözümler optimal değilse, veriler toplanıp tekrardan uygulanmalıdır.

Birden fazla ölçüte sahip olan ve her yerde uygulanabilecek karar verme yöntemleri aşağıdaki gibidir;

- Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)
- Analitik Ağ Prosesi (AAP)

- TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To İdeal Solution)
- ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant La Realite)
- PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evolition)
- VIKOR (Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje)
- Gri İlişkisel analizi (GİA)
- DEMETAL (The Decision Making Trial And Evaluation Laboratory Method)
- Veri Zarflama Analizi (VZA)

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının ölçütleri belirlenerek aralarından en iyi enerji kaynağını seçmek için karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılıp, çözümüne yönelik çalışma yapılmıştır.

3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi; 1970'li yıllarda Pensilvanya Üni. Thomas L. Saaty tarafından icat edilen çkkv problemleri için bir yapılandırma, ölçüm ve sentezleme gibi yöntemdir (Forman ve Gass, 2014).

Karar verilmesi için öncelikle sorunu, kararın gerektirdiği bilgileri ve amacını bilmeniz gerekmektedir. Saaty karmaşıklıkla başa çıkabilmek için çare bulmaya çalışmış ve insanların karmaşıklarla mücadele edebilmesi için ortak bir tema keşfetmiştir. Bulunan ortak nokta ise karmaşıklık hiyerarşik yapısının faktörlerin homojen olarak kümelenmesi olmuştur (Forman ve Gass, 2014).

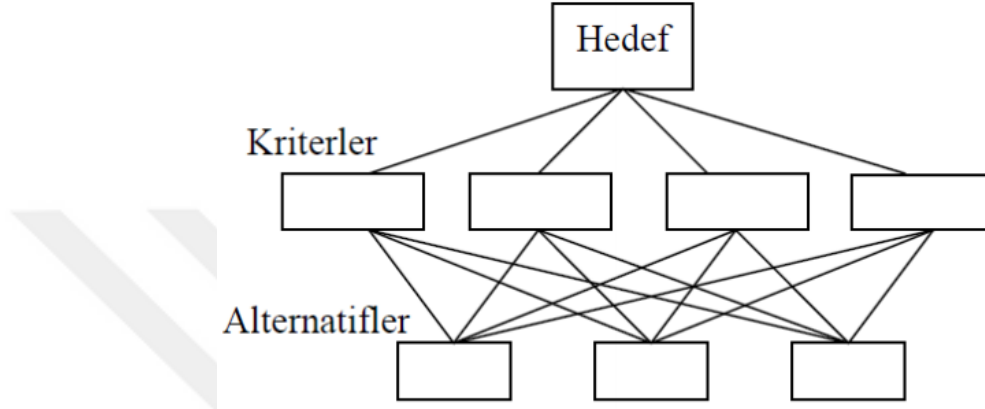
Analitik Hiyerarşi prosesi, karar problemi için cevaplar sunan, alternatif olabilecek çözümlerin sıralamalarını sağlayan, karar verilecek problem için Önceliklendirme ve seçim problemi olarak kabul edilmiş, çkkv metodolojisini geniş kapsamda destek sunan bir yöntemdir (Kazibudzki, 2013).

AHP, birçok farklı karar verme yöntemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Literatürü incelediğimizde analitik hiyerarşi proses; sağlıkta, üretimde, savunma sanayide, bankacılık sektöründe, sivil havacılık gibi daha birçok alanda kullanılmaktadır.

Analitik Hiyerarşi Prosesi 5 aşamada uygulanmaktadır.

1. Adım: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

İlk adım olarak problem tanımlanıp istenen amacı belirlenmelidir. Ardından karar hiyerarşisi oluşturulmalıdır. Orta seviyede kriterler bulunup, en düşük seviyede ise seçenekler bulunmalıdır (Saaty, 2008). Aşağıdaki şekilde amaçlar ve kriterler arasında yapı verilmiştir.



Şekil 3.1. AHP Hiyerarşik Yapısı

2. Adım: İkili karşılaştırmaların yapılması ve Üstünlüklerin Tespiti

Amaç, kriterleri ve alt kriterlerimizi belirledikten sonra; kriterlerin en alt seviyeye kadar birbirlerinin aralarında önem derecelerini belirlemek için aşağıdaki matris kullanılmaktadır. Karar verici kriterleri aşağıdaki matris ile ikili olarak karşılaştırmaktadır (Supçiller ve Çapraz, 2011).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}_{n \times n}$$

Kriterler arasında karşılaştırma işlemi yapılırken Saaty tarafından belirlenen analitik hiyerarşi Prosesi ölçeği kullanılır. Ölçek aşağıdaki gibidir.

Tablo 3.1. AHP Önem Ölçeği

Sayısal Değer	Tanım
1	Eşit önem seviyesi
3	1.durumun seviyesi > 2.durumun seviyesi
5	1.durumun seviyesi > 2.durumun seviyesi olması nedeniyle 1. tercih edilir
7	1.durum 2.duruma göre çok daha fazla önemli, bu nedenle fazla tercih ediliyor
9	1.durum 2.duruma göre kesinlikle fazla önemli, bu nedenle aşırı tercih ediliyor
2,4,6,8	Tercih seviyelerinin birbirine yakın olduğu durumlarda kullanılır

Kaynak: URL-16

3. Adım: Özvektörün Belirlenmesi:

İkili karşılaştırma matris işleminin yapılmasından hemen sonra; her kriterin diğer kriterlere göre önem seviyesinin tespiti için özvektör hesaplaması yapılır. Kriterlerin önem dağılımlarını tespit etmek amacıyla $W = [w_i]_{n \times 1}$ şeklindeki sütun vektörleri kullanılır. W sütun vektörü, b_{ij} değerlerinin oluşturduğu matrisin satırların aritmetik ortalamasıdır (Supçiller ve Çapraz, 2011). Bu vektörün elde edilmesini sağlayan denklem aşağıdaki gibidir.

$i= 1,2,3,4,5,\dots,n$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad w_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (6.1)$$

4. Adım: Özvektörün Tutarlılığının Hesaplanması

Bu aşamada; problemde yer alan tüm ikili matrisler için karşılaştırma oranı (CR) hesaplanır. Tutarlılık oranında üst limit 0.10 dur. Oran bu değer üstüne çıkarsa karar vericilerin yargıları tutarsız olarak kabul edilmelidir.

CR değeri hesaplanırken, ilk adım A matrisinde en büyük özvektör (λ_{max}) hesaplanmalıdır. Bu değer hesaplanırken sırası ile aşağıdaki denklemlerde gösterilmektedir.

$$i = 1,2,3,4 \dots n \text{ ve } j = 1,2,3,4 \dots n$$

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times [w_i]_{n \times 1} = [d_i]_{n \times 1} \quad (6.2)$$

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{w_i} / n \quad (6.2a)$$

λ_{max} değerini denklemde hesapladıktan sonra tutarlılık hesabını tamamlamak için rassallık gösterge (RI) değerleri hesaplanmalıdır. n değerine göre aşağıdaki tablo yardımıyla RI değerleri belirlenir (Akçay, 2019).

Tablo 3.2. Rassallık gösterge değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,0	0,0	0,0	0,5	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Kaynak: Akçay, M., (2019)

Rassallık değerlerine göre tutarlılık oranları aşağıdaki denklem yardımı ile hesaplanmaktadır.

$$R = \frac{\lambda_{max} - n}{(n-1)RI} \quad (6.3)$$

5. Adım Hiyerarşik Yapının Genel Sonucunun Elde Edilmesi

İlk dört proste tüm hiyerarşik yapılar için hesaplanmaktadır. Bu aşamada ise n adet kriterin her birinden elde edilmiş olan $m \times 1$ boyutundaki üstünlük vektörlerinden $m \times n$ şeklindeki Durbin Watson (DW) karar matrisi elde edilir. Oluşturulan Durbin Watson matrisi üstünlük vektörü ile çarpılıp aşağıdaki eşitlikteki gibi sonuç vektörü elde edilmektedir (Akçay, 2019).

$$i = 1,2,3,4, \dots m \text{ ve } j = 1,2,3, \dots n$$

$$DW = [W_{ij}]_{m \times n} \quad (6.4)$$

$$R = DW \times W \quad (6.4a)$$

3.2. TOPSIS Yöntemi

İdeal çözüm benzerlik durumuna göre tercih tekniğini (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Hwang ve Yoon tarafından çkkv olarak geliştirildi. TOPSİS yönteminde en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan seçenek belirlenir.

TOPSIS uygularken aşağıdaki adımlar izlenmektedir.

Adım 1 :Amaç belirlenmesi:

İlk adım olarak amaç ve değerlendirme ölçütlerinin tespit edilmesi gerekmektedir.

Adım 2: Karar matrisinin (A) Oluşturulması:

TOPSIS'te karar matrisi oluşturulurken alternatifler ($a_1, a_2, a_3 \dots a_n$) alt alta yazılarak ve karşılıklı olarak her bir ölçütün kriterlere göre sergilemiş olduğu özellikler ($y_{1k}, y_{2k}, y_{3k} \dots y_{nk}$) gibi listelenmektedir. Listelenen matris aşağıda verilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} Y_{11} & \dots & Y_{1k} \\ \dots & \dots & \dots \\ Y_{n1} & \dots & Y_{nk} \end{bmatrix}$$

Adım 3: Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması:

Standart karar matrisi, karar matrisinin oluşturulmasından sonra aşağıdaki formül kullanılarak normalleştirilmiş karar matrisi (R) elde edilmektedir. (Mahmoodzadeh vd., 2007:138)

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (6.5)$$

R matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 4: Ağırlıklı Standart Kare Matrisinin (V) Oluşturulması

İlk olarak amaca göre değerlendirme yaparken kriterlere ilişkin görsel ağırlık değerleri (w_{ij}) bulunur ($\sum_{i=1}^n w_i = 1$). Sonra R matrisinin her bir sütununda yer alan elemanlar ile ilgili (w_i) değeri ile çarpımı sonucu V matris oluşur. $V_{ij} = (w_{ij} \times R_{ij})$ olarak gösterilmektedir. (Rao, 2008:444) V matrisi aşağıdaki gibidir.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & \dots & w_n r_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ w_1 r_{m1} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 5: Pozitif İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) çözümlerinin oluşturulması

TOPSIS, değerlendirme yapılacak her bir faktörün monoton artan eğilime sahip olup olmadığını varsaymaktadır. İdeal çözüm ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi en iyi performans değerlerinden oluşuyorken, negatif ideal çözüm ise en kötü değerlerden oluşur. İdeal çözüm seti oluşabilmesi için V matristeki ağırlıklandırılmış faktörlerin en büyüğü seçilmektedir. Aşağıda formülde ideal çözüm setinin nasıl bulunduğu gösterilmektedir.

$$A^* = \{ (\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J') \} \quad (6.6)$$

Her iki formülde yer alan J fayda, J' ise kayıp değeri göstermektedir. Gerek ideal gerekse negatif olan ideal çözüm seti değerlendirme faktörü sayısı m elamanından oluşmaktadır (Yurdakul ve İç, 2001: 4613).

Adım 6: Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması

TOPSIS yönteminde her bir karar noktası değerlendirilmesi yapılırken faktör değerinin ideal ve negatif ideal çözüm setlerinden sapmalarının tespit edilebilmesi için Euclian Uzaklık Yaklaşımından faydalanılmaktadır. Burada elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri; İdeal Ayrım (S_i^*) ile ifade edilirken, Negatif İdeal Ayrım (S_i^-) ile ifade edilmektedir.

J alternatifin ideal çözüme uzaklığı ölçüsünün hesaplanması aşağıda gösterilmektedir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (6.7)$$

J alternatifin negatif ideal çözüme uzaklığı ölçüsünün hesaplanması aşağıda gösterilmektedir.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (6.8)$$

Adım 7: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

İdeal çözüme göreli yakınlığı C_i^* hesaplarken ideal ve negatif olan ideal çözüm ayırım ölçülerinden faydalanılmaktadır. Burada kullanılmış olan ölçüt,

negatif ideal ayırım ölçüsünün toplamına oranıdır. Aşağıdaki formülde gösterilmektedir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (6.9)$$

Bu formülde C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer almaktadır. $C_i^* = 1$ ile ilgili karar noktasında yer alan ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ile ilgili karar noktasındaki negatif ideal çözüme olan mutlak yakınlığı ifade etmektedir.

3.3. ELECTRE Yöntemi

ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English) yöntemi ilk olarak 1966 yılında Beneyoun tarafından öne çıkarılmış bir çoklu karar verme yöntemidir (Yücel & Ulutaş, 2009). ELECTRE yöntemi normalizasyon işlemi açısından TOPSIS ve MOORA yöntemleri ile benzerlik gösterse de bu yöntemin ana özelliği alternatiflerin birbirlerine göre üstün olma durumlarının karşılaştırılmasıdır (Çelikkilek, 2016). Bu üstünlük ilişkileri oluşturulması için uyum ve uyumsuzluk indekslerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu indeksler hangi alternatif seçeneğin daha baskın olduğunu göstermektedir.

Adım 1: Satırlarında yer alan alternatiflerin ve sütunlarında yer alan kriterlerin buldukları karar matrisleri oluşturulur.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & \cdot & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 2: Oluşturulmuş olan karar matrislerinde fayda kriterlerinde ayrı normalizasyon işlemleri yapılırken, maliyet kriterlerinde ayrı normalize işlemleri yapılarak karar matrisi oluşturulur.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}}, \quad i = 1,2,3, \dots, m \quad j = 1,2,3, \dots, n \quad (6.10)$$

Maliyet kriteri için;

$$x_{ij} = \frac{\frac{1}{a_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (\frac{1}{a_{ij}})^2}}, \quad i = 1,2,3, \dots, m \quad j = 1,2,3, \dots, n \quad (6.11)$$

Formülleri kullanılmaktadır. (Ömürberk & Mercan, 2014). Formüller sonucunda oluşturulan karar matrisi aşağıdaki şekildedir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & \cdot & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 3: Öncelikle normalize matrislerdeki kriterlerin ağırlıkları W_j belirlenir. $W_j = j$ kriterinin önem ağırlığını ifade eder. Daha sonraki işlemde normalize matris değerleri çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir.

$$V_{ij} = V_j * r_{ij} \quad i = 1,2,3, \dots, m \quad j = 1,2,3, \dots, n \quad (6.12)$$

$$\begin{bmatrix} w_1 x_{11} & \dots & w_1 x_{1n} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ w_n x_{m1} & \cdot & w_n x_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 4: Üçüncü adımda uyum ve uyumsuzluk kümeleri belirlenir. Uyum kümesi belirlenirken ağırlıklı normalize matristen (Y_{ij}) faydalanılır, karar noktaları birbirleri ile değerlendirme faktörleri açısından kıyaslanmaktadır. Kriterler iki kümeye ayrılır. A_p ve A_q uyum kümesinde A_p alternatifi A_q alternatife tercih edilir.

$$C(p, q) = \{j \mid V_{pj} \geq V_{qj}\} \quad (6.13)$$

A_p alternatifi A_q alternatifinden daha kötü ise uyumsuzluk kümesi oluşur.

$$D(p, q) = \{j \mid V_{pj} < V_{qj}\} \quad (6.14)$$

Adım 5: Bir sonraki işlem olan uyum matrisi (C) uyumsuzluk matrisi (D) oluşturulur.

$$C_{pq} = \sum_j j^* + W_j^* \quad (6.15)$$

$$D_{pq} = \frac{\sum_j j^* |V_{pj} - V_{qj}|}{\sum_j |V_{pj} - V_{qj}|} \quad (6.16)$$

Burada C_{pq} , uyum indeksi j^0 ve $D(p, q)$ uyumsuzluk kümesini oluşturan faktörlerdir.

Adım 6: Üstünlük karşılaştırılması yapılır. A_p alternatifinin A_q alternatifine ne kadar baskın olduğu uyum indeksi içince C_{pq} 'nun ne kadar büyük ve uyumsuzluk indeksinde D_{pq} 'nun ne kadar küçük olduğuyla ilgilidir. Öncelikle C ve D değerlerinin ortalamaları hesaplanır.

Eğer ki $C_{pq} \geq \bar{C}$ ve $D_{pq} \leq \bar{D}$ ise A_p alternatifine tercih edilir.

Adım 7: Son aşamaya geldiğimiz de uyum ve uyumsuzluk indekslerinin hesaplanması işlemi hesaplanır. Bu işlem sayesinde hangi alternatifin daha baskın olduğu bulunacaktır. Net uyum ve uyumsuzluk indeksleri hesaplaması aşağıdaki gibidir:

$$C_p = \sum_{k \neq p}^m C_{pk} - \sum_{k \neq p}^m C_{kp} \quad (6.17)$$

$$D_p = \sum_{k \neq p}^m D_{pk} - \sum_{k \neq p}^m D_{kp} \quad (6.18)$$

Tüm hesaplamalar yapıldıktan sonra uygulamada en yüksek C değeri ile en düşük D değeri seçilir (Çağıl, Ekim, 2011).

3.4. SPSS (Statistical Package For The Social Sciences)

Özellikle sosyal bilimler alanında kullanılan SPSS, eğitim, sağlık, tekstil sektörleri başta olmak üzere pek çok şirket tarafından tercih edilir. Daha tutarlı bir şekilde pazar araştırmalarının yapılması için pazarlamacı kurumlar tarafından kullanılır. Bunun yanı sıra anket şirketleri, ellerinde bulunan anketleri SPSS aracılığıyla analiz edebilmektedir.

SPSS, istatistiksel analiz yapılmasını sağlamak amacıyla yazılan bir program olması nedeniyle, homojen veya normal dağılıma uygun olan verilerin ayrıştırılması, daha sonra bu verilerin analiz edilmesi ve sonuca ulaştırması amacıyla kullanılabilir.

3.4.1. SPSS ile Veri Analiz Yöntemleri

SPSS yazılımı ile işlenmesi ve analiz edilmesi zor ve bir o kadar da karmaşık olan verilerin, birtakım teknikler kullanılarak daha kolay ve çabuk analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede bilgileri daha kolay işleyebilir ve kullanabiliriz. Bu teknikler, farklı veri değişkenleri arasında karakteristik deseni analiz etmek, dönüştürmek ve üretmek için kullanılır. Üstelik veri değerlerinin grafiksel gösterimle elde edilmesi mümkündür, bu sayede kullanıcı analiz sonucunu kolayca anlayabilir.

Güvenilirlik

Güvenilirlik ile ilgili ilk çalışmalar Charles SPEARMAN tarafından yapılmıştır. C. SPEARMAN ve arkadaşı W. BROWN 1920'li yıllarda bir testin iki yarısı arasında korelasyon ölçeğinin tamamını kapsamaları için Spearman-Brown yöntemi geliştirilmiştir.

Bu çalışmalarda önemli dönüm noktası KUDER-RICHARDSON 20 formülü ile gerçekleşmiştir. KUDER VE RICHARDSON' un amacı, yarıya bölme Spearman-Brown yönteminde karşılaşılan güçlüklerin üstesinden gelmektir. Lee Joseph Cronbach 1951 yılında KR-20 formülünü tanıtmıştır. 2000'li yıllara geldiğimizde Lauri TARKKONEN ve KIMMA VEHKALAHTI kendi yöntemlerini oluşturmuşlardır. Croanbach alfa değerinin aksine Tarkkonen'nin güvenilirlik yaklaşımı çok boyutlu modeller için de geçerlidir (acikogretim.istanbul.edu.tr., Erişim Tarihi:22.11.2021).

Güvenirlilik genel anlamda, bir testin/ölçeğin ölçmek istediği şeyi tutarlı bir biçimde ölçme derecesidir. Güvenilir test veya ölçek, benzer şartlarda tekrar edildiğinde benzer sonuçlar vermektedir. Bir ölçeğin güvenilirliğini ölçerken, ölçekte yer alan tesadüfi hatalara bakmak gerekir. Ölçeğin yapısında meydana gelen sistematik hatalar güvenilirlik üzerinde etkili olmayacaktır.

Güvenirlilik Bileşenleri

- **İç tutarlılık:** Testin içindeki maddelerin belirli bir yapıya sahip olması gerekmektedir. Ölçek maddelerinin birbirleri ile ilişkili olarak aynı yapıyı ölmesi gerekmektedir.
- **İstikrarlık:** Ölçüm sonuçlarının aynı veya farklı koşullar altında değişim göstermemesidir.
- **Temsil edicilik:** Yapılan testin aynı ana kütleye sahip farklı örneklem gruplarına uygulandığında benzer sonuçlar vermesine denir.
- **Eş değerlilik:** Aynı zamanda uygulaması yapılan iki veya daha fazla testin hemen kısmen benzer sonuçlar vermesine denir.
- **Nesnellik:** Gözlemciler arasında meydana gelen değerlendirme güvenilirliğine denir. Farklı değerlendiricilerin benzer kişilerle aynı cevapları vermeleridir.

Güvenirlilikte Hata Kaynakları:

- **Yöntem hatası:** Araştırmacı yöntemi uygularken çok dikkatli bir şekilde davranmamasından kaynaklanmaktadır. Örnek olarak anketin yapılış yeri verilebilir.
- **Özellik Hatası:** Anket uygulanan bireylerin kişisel özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

- **Sistematik Hata:** Testin ölçümü için belirlenen bir alan dışında başka bir şeyi daha ölçmesi durumunda ortaya çıkmaktadır.
- **Tesadüfi Hata:** Bilinemeyen veya kontrol edilemeyen faktörlerden meydana gelmektedir.
- **Gözlemci Hatası:** Güvenilirlik katsayısını tehdit eden bir durumdur.
- **Gözlemci Önyargısı:** Araştırmacı, elde ettiği cevapları soru sorduğu katılımcının cevaplarından farklı olarak yorumlaması durumudur.

Güvenilirlikte Hata Türleri:

- **Sabit hatalar:** Her ölçme için miktarı değişim göstermeyen hatalara sabit hatalar denir. Sabit hatalar, bazı durumlarda bireysel olarak yapılan ölçümleri ve o ölçümlerin ortalamasını gerçekte olabileceğinden küçük veya büyük gösterebilmektedir. Fakat bu durum dağılım ölçülerini değiştiren bir yönde etkisi bulunmamaktadır.
- **Sistemli Hatalar:** Planlayıcı yanlışlıklara verilen tüm hatalar sistemli hatalardır.
- **Rastgele Hatalar:** Kaynağı iyi bilinmeyen ve ölçme sonuçlarına rastgele atanan hatalara denir.

Güvenilirliği Etkileyen Faktörler:

- **Testin uzunluğu**

Bir test yapılırken test yer alan madde sayısı, testin güvenilirliğini etkileyen önemli bir etkidir. Eğer testin güvenilirliğini etkileyen diğer tüm etkenlerin kontrolü sağlanmışsa ve teste sonradan dahil edilen sorular diğer sorulara benzer ise soru sayısını artırarak testin güvenilirliği sağlanabilmektedir.

- **Test direktifleri ve testteki maddelerinin ifadeleri:**

Test ilk kısmında, katılımcılar için direktifler bulunmaktadır. Cevaplama yapmadan önce nelere dikkat edileceği, cevaplama işleminin hangi kriterlere ve kurallara göre yapılacağı vb. açıklamalar bulunmalı ve katılımcı bunlara uymalıdır.

- **Puanlamada nesnellik:**

Bir test incelenirken, puanlama sisteminin nesnel olup olmaması büyük ölçüde güvenilirliğini etkilemektedir. Bir test yapılırken aynı kişiler tarafından değişik

zamanlarda yapılan puanlama sonrası elde ettiğimiz tutarlılığa puanlama güvenilirliği denilmektedir.

Güvenirlilik Ölçütleri:

Yapılacak bir ölçmede, 3 tür güvenirlilik ölçütü aranmaktadır. Bunlar aşağıda verilmiştir.

- ◆ Süreklilik, bağımsız gözlemciler arasında meydana gelen uyum, iç tutarlılıktır.

1. Süreklilik:

Korelasyon katsayısı, bir şeyin aynı koşullarda ve belirli bir zaman diliminde yapılan ölçümler sonucu elde edilmiş olan veri grupları arasında meydana gelen katsayıdır. Pratikte en çok uygulanan bu teknik, ‘‘test-tekrar test’’ tekniği olarak bilinmektedir. Bu yaklaşımın en kritik olan yönü, iki ölçüm arasında bırakılması gereken zaman aralıklarının iyi ayarlanmasıdır.

Zamana uygun olarak değişmezlik ölçütü ile bulunacak güvenirlilik katsayısı için, verinin türüne göre uygun bir korelasyon işlemi gerçekleştirilir.

2. Bağımsız gözlemciler arası uyum:

Birden fazla gözlemcinin, birbirlerinden farklı olarak, aynı durum üzerinde çalıştıkları olaylarda uygulanan bir güvenirlilik ölçütüdür.

Bağımsız gözlemciler arası uyumu hesaplamak için aşağıdaki teknikler kullanılabilir.

- ◆ Korelasyon- Kendall’s C.of.concordance ile,
- ◆ Özel varyans çözümlenmelidir. Özellikle 2 veya daha fazla gözlemci bulunması halinde bu teknik kullanılmalıdır.

3. İç tutarlılık:

İç tutarlılığın temel görüşü, her bir ölçme aracının, belirli bir bütünü oluşturmak üzere, birbirlerinden deneysel anlamda bağımsız sorulardan oluştuğu ve bunlarında bilinen ve eşit ağırlıklara sahip olduğu varsayımıdır.

İç tutarlılığın sayısal olarak hesaplanabilmesi için aşağıda yer alan 3 teknik kullanılmaktadır. Bunlar ;Madde istatistikleri, Bölünmüş test çözümlenmeleri, Paralel formlu araçlardır.

Güvenilirlik Analizi: Ölçmede kullanılan araçların güvenilir olup olmadıklarını değerlendirmek amacı ile kullanılan bir yöntemdir. Hakkında araştırma yapılmış olan konuya ait örnek kütlede, bir bireyin araştırılmak istenen olay ile ilgili tutumunu, bilgisini ve davranışları ölçekte yer alan k sayıda soruya verdiği cevapların değerleri toplanıp bulunuyor ise, ölçekte yer alan soruların aralarındaki yakınlıklarının derecesini öğrenmek için güvenilirlik analizi yapılmaktadır (acikogretim.istanbul.edu.tr., Erişim Tarihi: 22.11.2021).

Güvenirlik Analizinin temel varsayımları:

1. Her sorunun toplam skorlarının bir doğrusal bileşeni olmalıdır.
2. Güvenilirlik analizinde k tane soru ve n tane birim vardır.
3. Güvenilirlik analizi yapılmadan önce k ve n 'ye ait iki ana koşula dikkat edilmesi gerekmektedir.

k>30 olmalıdır.

Yani ölçmenin araçları, bireysel özellikler vb. sorular dışında, fazla sayıda ve birbirleri ile bağlantılı sorular içermelidir.

n>50 olmalıdır.

Bu şekilde ölçme araçları rastgele seçilen bireylere uygulanmalıdır.

Bir ölçekte hazırlanmış sorulara verilen yanıtların bireyler ve sorulara göre önemini belirlemek için iki yönlü varyans analizi yapılmaktadır. Sorular arası benzerliğe bakılması için F testi kullanılır. Sorular sıralama puanları olarak alınmışsa, birey / soru farklılıklarının analizi için Friedman Ki Kare testi kullanılmaktadır.

Sorular eğer ki 0,1 şeklinde ise önemlilik değerlendirmesi yapmak için Cochran Ki-Kare testi yapılmalıdır. Ölçeğin toplanabilir ölçek tipinde hazırlanıp hazırlanmadığına ise Tukey testi yaparak test edilmektedir. Soruların ort. Birbirlerine eşit olup olmadıkları ise Hotelling T2 istatistiği ile test edilmektedir (acikogretim.istanbul.edu.tr., Erişim Tarihi: 22.11.2021).

3.4.2. Güvenilirlik Analiz Hesaplama Yöntemleri

3.4.2.1. Alfa yöntemi (Cronbach Alfa Katsayısı)

Ölçekte yer alan 'k' sorusu varyans toplamı / genel varyans ile bulunan ve 0 ile 1 arasında değer alan C.Alfa Katsayısı ağırlıklı standart değişim ortalamasıdır. Alfa Katsayısı, ölçekte bulunan 'k' sorunun homojen bir yapıda olup olmadığını araştırmaktadır.

Alfa katsayısı, bireysel puanların k soru içermekte olan bir ölçekte sorulara verilen yanıtların toplanması ile bulunduğu durumda soruların birbirleri ile olan benzerliği, yakınlığını ortaya çıkaran katsayıdır.

Soruların arasında negatif korelasyon var ise Cronbach Alfa Katsayısı negatif çıkar. Alfa eğer ki negatif çıkarsa, güvenilirlik bozulur. Çünkü bu durumda ölçeğin toplanabilirlik varsayımı bozulmuş olur. (acikogretim.istanbul.edu.tr., Erişim Tarihi: 22.11.2021).

Ölçeğin güvenilirlik aralıkları

- $0,40 \leq \alpha \leq 0,60$ -- Ölçek güvenilir değildir
- $0,70 \leq \alpha \leq 0,80$ -- Ölçek güvenilirdir
- $0,80 \leq \alpha \leq 1,00$ -- Ölçek yüksek derecede güvenilirdir

Güvenilirlik analizinin SPSS'te uygulaması:

ANALYZE >> SCALE >> RELIABILITY ANALYSIS adımları uyguluyoruz.

Karşımıza çıkan Reliability Analysis sekme kutusuna güvenilirlik analizi yapacağımız soruları orta tarafta yer alan ok yardımıyla Items kutucuğuna gönderiyoruz.

Tablo 3.3. Cronbach's Alpha Değeri

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
,707	15

Reliability Statistics tablosundan Alpha değerimizin $\alpha = 0,707$ olduğu görülmektedir. Anketimiz güvenilir çıkmıştır.

Bu değerimiz yeterli olmamaktadır. Sağlıklı bir çalışma yapabilmek için her bir sorunun da katsayısını incelemek gerekmektedir. Alpha değerini çıkardığımızda güvenilirlik katsayısı 0,716 ya çıkmaktadır.

Tablo 3.4. İyileştirilmiş Cronbach's Alpha Değeri

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
,716	14

İkiye Bölünmüş Yöntem

Bu yöntemde, ölçekteki sorular iki bölüme ayrılır ve bu iki bölüm arasında korelasyon hesaplama işlemi yapılır. Ayrıca bu her iki bölüm içinde ayrı ayrı olacak şekilde alfa katsayıları hesaplanır. Eğer ki 'k' soru içeren ölçekte yer alan soruların sayısı çift ise, her bir alt gruba düşen soru sayısı $k/2$ 'dir.

Bu şekilde soruların ilk yarısı birinci alt gruba, diğer yarısı ise ikinci alt gruba dahil edilir (acikogretim.istanbul.edu.tr). Eğer ki ölçekteki soruların sayısı tek ise, birinci alt gruba dahil edilecek soruların sayısı:

$$k_1 = (k + 1)/2 \text{ ile bulunur.}$$

İkinci alt grupta ise: $k_2 = k - k_1$ ile bulunur.

Gutman Katsayıları

Bu yöntemde, bütün değerler gerçek güvenilirlik katsayısına eşit veya ondan daha düşük değerler alan altı katsayı hesaplanır. GK güvenilirliği varyans / kovaryans yaklaşımı ile hesaplar.

Paralel yöntem

Bu yöntem ile en büyük güvenilirlik tahminleri yapılmaktadır. Tahminlerin verilere uygun olup olmadığı Ki-Kare testi ile yapılır.

3.4.2.2. Korelasyon analizi

Korelasyon analiziyle, iki farklı değişkenin arasında meydana gelen ilişkinin yönünü ve o ilişkinin şiddeti ile ilgili bilgi edinilir. Unutulmamalıdır ki korelasyon analizi neden sonuç ilişkisinin göstergesi değildir.

ANALYZE » CORRELATE » BIVARIATE adımlarını uyguluyoruz.

Variables kısmına aralarındaki ilişkiyi öğrenmek istediğimiz değişkenleri tıklıyoruz. Pearson kutucuğunu işaretledikten sonra ok tuşuna tıklıyoruz.

Tablo 3.5. Korelasyon Tablosu

Korelasyon			
		Karbon salınımı bakımından güneş enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum.	Karbon salınımı bakımından güneş enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum.
	Pearson Correlation	1	,560**
Karbon salınımı bakımından güneş enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum.	Sig. (2-tailed)		,001
	N	34	34
	Pearson Correlation	,560**	1
Teknolojinin gelişmesiyle enerji depolanmasında güneş enerji sistemlerinin gelecekte öneminin artacağına inanıyorum	Sig. (2-tailed)	,001	
	N	34	34

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Pearson correlation ifadesinin karşısında yer alan 0,560 değeri 'r' olarak ifade edilmektedir ve -1 ile +1 arasında değer almaktadır. Burada ilişki yönünü r işareti belirlemektedir. Derecesini ise katsayının büyüklüğü belirlemektedir. Eksi (-) değerler bir değişken artarken diğeri arttığını gösterir. Pozitif (+) olması durumunda her iki değişkenin de birlikte hareket ettiği yani biri artarken diğeri de artmaktadır.

Tabloda yer alan 0,560 değeri karbon salınımı bakımından güneş enerji sistemlerinin iyi sonuç verdiğini düşünüyorum ile teknolojinin gelişmesiyle güneş enerji sistemlerinin gelecekte öneminin artacağına inanıyorum soruları arasında güçlü bir pozitif doğrusal ilişkinin olduğu görülmektedir.

Eğer ki verilerimiz parametrik olma şartlarını taşıyor ise Correlation Coefficients ismi altındaki Pearson kutucuğunu işaretlememiz gerekmektedir. Aşağıda yer alan tabloda 34 kişinin verdikleri cevaplar neticesinde elde edilen Spearman Testi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3.6. Spearman's Katsayısı

Korelasyon				
			Karbon salınımı bakımından güneş enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiği düşünüyorum.	Teknolojinin gelişmesiyle enerji depolanmasında güneş enerji sistemlerinin gelecekte öneminin artacağına inanıyorum
Spearman's rho	Karbon salınımı bakımından güneş enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiği düşünüyorum.	Correlation Coefficient	1,000	,560**
		Sig. (2-tailed)	.	,001
		N	34	34
	Teknolojinin gelişmesiyle enerji depolanmasında güneş enerji sistemlerinin gelecekte öneminin artacağına inanıyorum	Correlation Coefficient	,560**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,001	.
		N	34	34

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabloda yer alan 0,560 değeri, karbon salınımı bakımından güneş enerji sistemlerinin iyi sonuç verdiği düşünüyorum ile teknolojinin gelişmesiyle güneş enerji sistemlerinin gelecekte öneminin artacağına inanıyorum soruları arasında çok güçlü bir pozitif doğrusal ilişkinin olduğu görülmektedir.

3.4.2.3. ANOVA analizi

Tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA), bağımsız grupların ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını tespit etmekte kullanılır. Birkaç kaynakta ANOVA Analizi olarak geçmektedir. ANOVA ‘ ‘Analysis of variance ‘ ‘ yani varyans analizinin kısaltmasıdır. ANOVA parametrik bir testtir. Bu testin kullanılabilmesi için parametrik testin gerektirdiği koşulları karşılaması gerekmektedir.

ANOVA testini kullanabilmemiz için test verilerinin normal dağılıma sahip olması, grup varyanslarının eşit olması vb. şartları karşılaması gerekmektedir. Bu koşullar sağlanmaz ise Kruskal Wallis ve W. F testi tercih edilmektedir. Ancak ana etken olan varyansın homojenliğinin sağlanmadığı durumlarda Welch testi, verilerin genel olarak ANOVA testinin uygulanmasını etkileyici durumlarda ise Kruskal Wallis testi kullanılır.

Bir değişkenin birbirinden farklı gruplar için farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek istediğimiz de genel olarak varyans analizi kullanılmaktadır.

SPSS'te ANOVA testi yapılırken aşağıdaki adımlar izlenmektedir.

Analiz için SPSS yazılımında;

ANALYZE > COMPARE MEANS > ONE-WAY ANOVA işlemleri yapılmaktadır.

Önümüze çıkan kutucukta Dependent List kısmına daha önce AHP ile yapmış olduğumuz likert ölçekli soruları giriyoruz. Factor kısmına ise yenilenebilir enerji ile ilgili genel sorulardan bir tanesini giriyoruz.

Sağda yer alan Options kısmından descriptive, homogeneity of variance seçeneklerini işaretliyoruz. Continue tuşuna ardından ok tuşuna tıklayarak analizi başlatıyoruz. Önümüze varyans homojenliği test tablosu ve ANOVA test sonuçları gelecektir.

Tablo 3.7. Anova Tablosu

		Anova				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Enerji seçiminde Teknik kriterler sosyal kriterlere göre daha önemlidir.	Between Groups	22,046	3	7,349	5,502	,004
	Within Groups	40,071	30	1,336		
	Total	62,118	33			
Enerji seçiminde Ekonomik kriterler çevresel kriterlere göre daha önemlidir.	Between Groups	25,787	3	8,596	2,955	,048
	Within Groups	87,271	30	2,909		
	Total	113,059	33			

ANOVA tablosunda sig. Değeri sig <0,05 olduğundan homogeneity of variance tablosuna bakmamız gerekiyor.

Tablo 3.8. Homojenlik Tablosu

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Enerji seçiminde Teknik kriterler sosyal kriterlere göre daha önemlidir.	1,020	3	30	,398
Enerji seçiminde Teknik kriterler sosyal kriterlere göre daha önemlidir.				
Enerji seçiminde Ekonomik kriterler çevresel kriterlere göre daha önemlidir.	1,914	3	30	,149

Yukarıda bulmuş olduğumuz sig. Değerlerimizin ikisi de 0,05 ten büyük çıkmıştır. Varyansımız homojen dağılmıştır ve yapmış olduğumuz ANOVA testi de güvenilirdir sonucunu alıyoruz.

3.4.2.4. Ki-Kare (Chi Square) testi

Ki-Kare testi veya χ^2 testi istatistik bilimi içinde yer alan bazı değişik problemler de kullanılan parametrik ve parametrik olmayan sınama yöntemlerine denir. Ki-kare bağımsızlık testi özellikle 2 değişken arasında anlamlı bir farklılığı veya bağımlılık olup olmadığını tespit etmek için kullanılır. Değişkenler nitel veya nicel olabileceği gibi, her ikisi nitel veya her ikisi nicelde olabilmektedir.

1. Ki Kare Uygunluk Testi:

Belirli bir değişken üzerinde farklı kategorilere ait gözlemlenen frekansların, beklenen frekanslara karşı uygunluğu araştırılmaktadır. Bu kısımda beklenen frekanslar birbirlerine eşit olabileceği gibi birbirlerinden farklı da olabilmektedir.

SPSS'te Ki-Kare uygunluk testi yaparken aşağıdaki işlemler sırasıyla yapılmaktadır.

ANALYZE >> NONPARAMETRIC TESTS >> CHI-SQUARE

Karşımıza çıkan ekranda Test Variable List sütununda yer alan boşluğa analizi yapmak istediğimiz genel soruları taşıyoruz. Daha sonra Ok tuşuna basıp programı çalıştırıyoruz.

Tablo 3.9. Genel Sorular Tablosu

Yenilenebilir enerjinin fosil yakıtların yerini almasının önündeki başlıca engel aşağıdakilerden hangisidir.

	Observed N	Expected N	Residual
Depolama	19	8,5	10,5
Politik	9	8,5	,5
Fosil Yakıtlara olan bağlılık	3	8,5	-5,5
İletim Sistemi Teknik Kısıtları	3	8,5	-5,5
Total	34		

Tablodaki değerleri incelediğimizde Depolama seçeneğinin en çok tercih edildiğini görmekteyiz. Bununla birlikte bu seçeneklerin aralarında ki farkın anlamlı olup olmadığına ilişkin daha sağlıklı yorum yapmak için Test Statistics tablosunu incelemeliyiz.

Tablo 3.10. Ki-Kare Değerlendirme Tablosu

	Yenilenebilir enerjinin fosil yakıtların yerini almasının önündeki başlıca engel aşağıdakilerden hangisidir.
Chi-Square	20,118 ^a
df	3
Asymp. Sig.	,000

Test Statistics tablosunda Asymp.Sig (anlamlılık değeri) satırda yer alan değerimiz <0,05 ten küçük olduğundan dolayı her 5 seçeneğin kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.

2. Ki-Kare Bağımsızlık Testi

Ki-Kare bağımsızlık testinin amacı, iki değişkenin kendi aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını tespit etmek için kullanılır. Bu test diğer analizlerden farklı olarak birbirleri ile ilişki kurulmuş olan değişkenlerin ikisi de nominal veya ordinal ölçeklidirler.

SPSS' te Ki-Kare bağımsızlık Testi adımları;

ANALYZE >> DESCRIPTIVE STATISTICS >> CROSSTABS

İşlemi yaptığımız da karşımıza Crosstabs iletişim sekmesi çıkacaktır. Statistics bölümünden Chi Square seçeneğini işaretliyoruz. Daha sonra cells bölümünden Observed ve expected seçeneklerini de işaretleyip programı çalıştırıyoruz.

Tablo 3.11. Crosstabulation Kutusu

Crosstabulation			
		Çevreye kirliliğini oluşturması bakımından rüzgâr enerjisi diğer enerji türlerine göre daha az çevreyi kirlettiğine inanıyorum.	
		Katılıyorum	Katılmıyorum
Enerji verimliliği açısından güneş enerji sistemlerinin verimli olduğunu düşünmüyorum	Count	14	6
	Katılıyorum	15,9	4,1
	Expected Count	13	1
	Count	11,1	2,9
	Katılmıyorum	27	7
	Expected Count	27,0	7,0
	Count	14	6
	Katılıyorum	15,9	4,1

Enerji verimliliği açısından güneş enerji sistemlerinin verimli olduğunu düşünmeyenlerin büyük çoğunluğu rüzgar enerjisinin diğer enerji türlerine göre çevreyi daha az kirlettiğine inanmaktadır. Enerji verimliliği açısından güneş enerjisinin verimli olduğunu düşünenler de rüzgar enerjisinin diğer enerji türlerine göre çevreyi daha az kirlettiğine inanmaktadır. Tabloda expected count değerlerine baktığımızda 5'in altında 2 değer olduğunu görmekteyiz. Bu nedenle ki-kare testi tablosunda Pearson Chi-Square alanına bakmamız gerekmektedir. Asymp. Sig değerini incelediğimizde ,105 değerimiz $> 0,05$ ten büyük olduğundan dolayı iki değişken arasında anlamlı bir ilişki bulunmamaktadır.

Tablo 3.12. Ki-Kare Testi

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	2,632 ^a	1	,105		
Continuity Correction ^b	1,419	1	,234		
Likelihood Ratio	2,935	1	,087		
Fisher's Exact Test				,198	,115
Linear-by-Linear Association	2,554	1	,110		
N of Valid Cases	34				
<i>Linear-by-Linear Association</i>	2,632 ^a	1	,105		

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 2,88.

b. Computed only for a 2x2 table

4. BULGULAR

4.1. AHP Yönteminin Uygulanması

Literatürde elektrik enerjinin üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları seçiminde ana kriterler ve bunlara bağlı alt kriterler kullanılmıştır. Yapılan çalışmaları inceleyip aşağıdaki ana kriterler belirlenmiştir.

1. Teknik
2. Ekonomik
3. Çevresel
4. Sosyal
5. Risk
6. Fayda

Her bir ana kriter için alt kriterler belirlenmiştir. Bu alternatif, kriterler için baz alınarak düzenlediğimiz anket formu ekte yer almaktadır. Çalışmada yer alan alternatifler aşağıdaki gibidir;

Alternatifler:

1. Hidroelektrik enerjisi
2. Rüzgâr enerjisi
3. Güneş enerjisi
4. Jeotermal enerji
5. Biyokütle enerji

Kriterler:

1. Santral inşa süresi
2. Verimlilik
3. Teknolojik özelliği
4. Arz Güvenliği
5. Yatırım maliyeti

6. Yakıt maliyeti
7. İşletme ve bakım maliyeti
8. Devlet teşviki
9. Sera gazı salınımı
10. Alan gereksinimi
11. Gürültü
12. Atık imha işlemine olan gereksinim
13. Sürekliliği bozma riski
14. Talebi karşılayamama
15. İnsan sağlığına verilecek zarar
16. Sürdürülebilir kalkınma
17. Ucuz enerji elde etme
18. Kolay erişilebilir enerji
19. İstihdam
20. Sosyal kabuledilebilirlik

Belirlediğimiz kriterler ile ilgili kısa açıklamalar aşağıda verilmiştir.

Verimlilik

Enerji üretim aşamalarında meydana gelebilecek kayıpların min. edilmesi veya tamamen kayıpların önüne geçilmesi, oluşan atıkların değerlendirilmesi, yüksek seviyede teknoloji ile üretim miktarları azaltılmadan enerjiye olan talebin azaltılması, enerji geri dönüşümleri, daha verimli kaynakları gibi etkinliği artırma önlemlerinin tamamıdır (Ayrancı, 2001).

Arz Güvenliği

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması gerekmektedir.

Santral İnşa Süresi

Enerjinin türüne bağlı olarak santral ihtiyacı doğmaktadır. Santral ihtiyacı enerji üretimi için ana faktörler arasında olmakla birlikte üretim süresi de enerji faktör seçiminde yer almaktadır (Özcan ve ark, 2017).

Yatırım maliyeti

Üretim için gerekli olan fiziki şart ve personel, malzeme gibi birçok etkeni barındırır.

İşletme ve Bakım Maliyeti

Planlı ve planlı olmayan bakımlar için harcanan enerji giderleri çeşididir.

Devlet teşviki

Enerji üretimi yapan işletmelere devlet tarafından verilen özendirme şeklidir. Devlet özellikle YEKA teşviki son yıllarda artırmıştır.

Sera Gazı Emisyonu

Enerji üretim şekline göre sera gazı oluşumu görülebilmektedir. Yüksek düzeyde sera gazı salınımına sebep olan üretim işletmeleri çevrenin kirlenmesine yol açmaktadır. Bu nedenden ötürü yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sera gazı salınımı farklı olduğundan; YEKA önem derecesini her geçen gün artırmaktadır (Mahmutoğlu, 2013).

Alan gereksinimi

Enerji üretimde tesisin kurulması için bir alana ihtiyaç bulunmaktadır.

Gürültü

Üretilecek olan enerji çeşidine bağlı olarak ortamın ses miktarındaki desibel cinsinden istenmeyen değerde bulunmasıdır. Gürültü kriteri enerji üretiminde çok yüksek seviyede öneme sahip değildir (Mahmutoğlu, 2013).

Atık İmha İşlemine Olan Gereksinim

Üretilen enerji çeşidine göre açığa atık çıkabilmektedir. Atıkların doğaya zarar vermemeleri için uygun imha işlemleri gerçekleştirilmesidir.

İstihdam Olanakları

Enerji miktarına bağlı olarak kurulacak tesislerde, çalışan personele istihdam olanağı sunulmaktadır.

Sosyal Kabul Edilebilirlik

Enerji üretiminde kullanılacak kaynağın benimsenmesidir.

Teknolojik Özellik

Üretilecek olan enerji tesisinin kullandığı materyal, gelişmişlik düzeyine denir.

Sürekliliği Bozma Riski

Enerji üretim tesisinin sürekli olarak enerji üretimine devam edememe durumu olarak tanımlanır.

Talebi Karşılayamama

Üretimin yetersiz kalması durumudur.

İnsan Sağlığına Verilecek Zarar

Enerji üretiminde ve sonrasında oluşabilecek durumları tanımlar.

Sürdürülebilir Kalkınma

Bu kavram içerisinde birçok kriter barındırmaktadır. Gelecek nesiller için enerji arz güvenliği tehlikeye atılmamalıdır.

Ucuz Enerji Elde Etme

Enerji üretiminde elde edilen enerjinin birim maliyetinin düşük olmasıdır. Üretim maliyeti düşükse enerji seçiminde büyük önem arz eder.

Kolay Erişilebilir Enerji

Enerjinin güvenilir, sürdürülebilir ve kolay erişilebilir olması gerekmektedir.

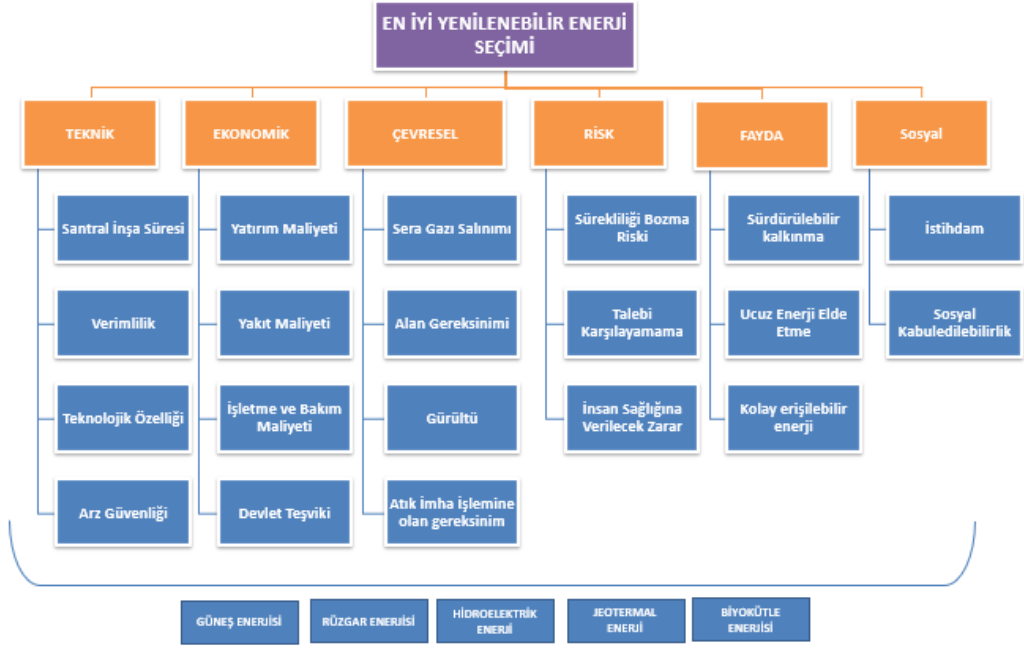
Arz Güvenliği

Üretilen enerjinin güvenli ve kaliteli olması gerekmektedir.

AHP yönteminde uygulanan adımlar;

- Ana kriterlerin belirlenmesi
- Alt kriterlerin belirlenmesi
- Alternatiflerin belirlenmesi ve hiyerarşik yapının oluşturulması.
- Anket sorularının hazırlanması,

- Ana kriterlerin kendi aralarında kıyaslanması, ortalamaların, normalizasyon ve ağırlıkların bulunması.
- Her bir alt kriterin önce kendi arasında daha sonra da birbirleri ile kıyaslanması,
- Uzmanlar tarafından enerjilerin birbirleri ile kıyaslanması
- Son aşama olarak her bir değerin ağırlıkları çıkarılarak sonuca ulaşılması.



Şekil 4.1. Hiyerarşik Yapı

Tablo 4.1. Ana Kriterlerin Kendi İçlerinde Kıyaslanması

Kriterler	Kesinlikle Önemli	Çok Önemli	Esasen Önemli	Önem Derece. Zayıf	Eşit derecede Önemli	Önem Derece. Zayıf	Esasen Önemli	Çok Önemli	Kesinlikle Önemli	Kriterler
Teknik								x		Ekonomik
Teknik					x					Çevresel
Teknik									x	Risk
Teknik								x		Fayda
Teknik		x								Sosyal
Ekonomik	x									Çevresel
Ekonomik		x								Risk
Ekonomik	x									Fayda
Ekonomik	x									Sosyal
Çevresel							x			Risk
Çevresel					x					Fayda
Çevresel			x							Sosyal
Risk					x					Fayda
Risk			x							Sosyal
Fayda					x					Sosyal

Belirlediğimiz ana kriterlerin diğer bir ana kriter ile kıyaslanma işlemleri yapıldı.

Tablo 4.2. Ana kriterlerin Puan Tablosu

Chi-Square Tests										
Kriterler	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kriterler
Teknik								7		Ekonomik
Teknik					1					Çevresel
Teknik									9	Risk
Teknik								7		Fayda
Teknik		7								Sosyal
Ekonomik	9									Çevresel
Ekonomik		7								Risk
Ekonomik	9									Fayda
Ekonomik	9									Sosyal
Çevresel							5			Risk
Çevresel					1					Fayda
Çevresel			5							Sosyal
Risk					1					Fayda
Risk			5							Sosyal
Fayda					1					Sosyal

Tablo 4.3. Ana kriterlerin Matris Tablosu

	Teknik özellikler	Ekonomik	Çevresel	Risk	Fayda	Sosyal
Teknik özellikler	1,00	7,00	1,00	9,00	7,00	7,00
Ekonomik	0,14	1,00	9,00	7,00	9,00	9,00
Çevresel	1,00	0,11	1,00	5,00	1,00	5,00
Risk	0,11	0,14	0,20	1,00	1,00	7,00
Fayda	0,14	0,11	1,00	1,00	1,00	1,00
Sosyal	0,14	0,11	0,20	0,14	1,00	1,00

Tablo 4.4. Ana kriterlerin Matris Tablosu

	Teknik özellikler	Ekonomik	Çevresel	Risk	Fayda	Sosyal
Teknik özellikler	1,00	9,00	7,00	3,00	9,00	9,00
Ekonomik	0,11	1,00	9,00	9,00	7,00	9,00
Çevresel	0,14	0,11	1,00	9,00	9,00	5,00
Risk	0,33	0,11	0,11	1,00	3,00	9,00
Fayda	0,11	0,14	0,11	0,33	1,00	3,00
Sosyal	0,11	0,11	0,20	0,11	0,33	1,00

Tablo 4.5. Ana kriterlerin Matris Tablosu

	Teknik özellikler	Ekonomik	Çevresel	Risk	Fayda	Sosyal
Teknik özellikler	1,00	5,00	3,00	9,00	1,00	7,00
Ekonomik	0,20	1,00	9,00	9,00	3,00	9,00
Çevresel	0,33	0,11	1,00	5,00	5,00	9,00
Risk	0,11	0,11	0,20	1,00	9,00	7,00
Fayda	1,00	0,33	0,20	0,11	1,00	9,00
Sosyal	0,14	0,11	0,11	0,14	0,11	1,00

Tablo 4.6. Ana kriterlerin Matris Tablosu

	Teknik özellikler	Ekonomik	Çevresel	Risk	Fayda	Sosyal
Teknik özellikler	1,00	9,00	9,00	9,00	9,00	5,00
Ekonomik	0,11	1,00	1,00	5,00	9,00	3,00
Çevresel	0,11	0,20	1,00	7,00	5,00	9,00
Risk	0,11	0,20	0,14	1,00	7,00	3,00
Fayda	1,00	0,11	0,20	0,14	1,00	5,00
Sosyal	0,20	0,33	0,11	0,33	0,20	1,00

Daha önce belirlemiş olduğumuz ana kriterler 4 uzman tarafından verilen cevaplar doğrultusunda matrisler oluşturuldu.

Oluşturulan matrisler ortak bir matris tablosuna aktarıldı.

Tablo 4.7. Ortak Matris Tablosu

Ortak Matris Tablosu					
1	7,296898	3,70793	6,838521	4,87973	6,852549
0,137044539	1	5,19152	7,296898	6,42208	6,898521
0,269702237	0,128699	1	6,299704	3,87298	6,708204
0,146230446	0,137045	0,158738	1	3,70793	3,408658
0,204929384	0,155713	0,258199	0,26702	1	3,408658
0,145931098	0,14623	0,149071	0,16581	0,29337	1
1,903837705	8,864585	10,46995	21,87063	20,17596	30,83894

Oluşturulan ortak tablonun ardından normalizasyon işlemi yapıldı.

Tablo 4.8. Normalizasyon

Normalizasyon					
0,525254856	0,823152	0,354137	0,312681	0,241859	0,222204
0,07198331	0,112808	0,496292	0,333639	0,318304	0,22175
0,14166241	0,014518	0,955111	0,288044	0,19196	0,21752
0,07680825	0,015465	0,015161	0,045723	0,183773	0,19556
0,10764015	0,175665	0,024661	0,012332	0,049564	0,11531
0,07651108	0,016496	0,014238	0,007581	0,014541	0,03247

Normalizasyon işlemi ardından her ana kriterin ağırlıkları hesaplandı ve tablo oluşturuldu.

Tablo 4.9. Ağırlık Tablosu

Ağırlık Tablosu	
Teknik Özellikler	0,413214
Ekonomik	0,259129
Çevresel	0,158203
Risk	0,088748
Fayda	0,137116
Sosyal	0,026989

Ana kriterlerin birbirleri ile kıyaslanması sonucunda açığa çıkan ağırlıklar son değerlendirme aşamasında kullanılacaktır. bir sonraki adımlarda her bir kriterin kendi içinde kıyaslanarak normalizasyon ve ağırlıkların bulunması işlemleri gerçekleştirilecektir. Bu tablolar EK de yer almaktadır.

Tablo 4.10. Alt Kriterlerin Matrisleri

	Santral inşa süresi	Verimlilik	Teknolojik seviye	Arz Güvenliği
Santral inşa süresi	1,00	5,00	7,00	3,00
Verimlilik	0,20	1,00	9,00	7,00
Teknolojik seviye	0,14	0,11	1,00	9,00
Arz Güvenliği	0,33	0,14	0,11	1,00

Tablo 4.11. Alt Kriterlerin Matrisleri

	Santral inşa süresi	Verimlilik	Teknolojik seviye	Arz Güvenliği
Santral inşa süresi	1,00	7,00	7,00	1,00
Verimlilik	0,14	1,00	7,00	1,00
Teknolojik seviye	0,14	0,14	1,00	7,00
Arz Güvenliği	1,00	1,00	0,14	1,00

Tablo 4.12. Alt Kriterlerin Matrisleri

	Santral inşa süresi	Verimlilik	Teknolojik seviye	Arz Güvenliği
Santral inşa süresi	1,00	5,00	9,00	1,00
Verimlilik	0,20	1,00	5,00	1,00
Teknolojik seviye	0,11	0,20	1,00	7,00
Arz Güvenliği	1,00	1,00	0,14	1,00

Tablo 4.13. Alt Kriterlerin Matrisleri

	Santral inşa süresi	Verimlilik	Teknolojik seviye	Arz Güvenliği
Santral inşa süresi	1,00	3,00	5,00	5,00
Verimlilik	0,33	1,00	1,00	9,00
Teknolojik seviye	0,20	1,00	1,00	7,00
Arz Güvenliği	0,20	0,11	0,14	1,00

Tablo 4.14. Ortak Matris Tablosu

Ortak Matris Tablosu			
1,00	4,79	6,85	1,97
0,21	1,00	4,21	2,82
0,15	0,24	1,00	7,45
0,51	0,35	0,13	1,00
1,35	6,02	12,07	12,24

Tablo 4.15. Normalizasyon

Normalizasyon		
0,7413432924	0,851331	0,555474
0,0934005554	0,107258	0,320703
0,1652555211	0,041412	0,123823

Tablo 4.16. Ağırlık Tablosu

Ağırlıklar	
Santral İnşa Süresi	0,71605
Verimlilik	0,173787
Teknolojik Seviye	0,110163

Alt kriterlerin tüm tabloları ekte de yer almaktadır. 4 uzman şimdi de alternatifleri kendi içlerinde kriterlere göre değerlendirecektir.

Tablo 4.17. Alternatifler Tablosu

Kriterler	Santral İnşa Süresi									Kriterler
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Güneş Enerjisi	9									Rüzgar Enerji
Güneş Enerjisi	9									Hidroelektrik Enerji
Güneş Enerjisi									9	Jeotermal Enerji
Güneş Enerjisi					1					Biyokütle Enerji
Rüzgar Enerjisi			5							Hidroelektrik Enerji
Rüzgar Enerjisi									9	Jeotermal Enerji
Rüzgar Enerjisi							5			Biyokütle Enerji
Hidroelektrik enerjisi							5			Jeotermal Enerji
Jeotermal Enerji	9									<i>Biyokütle Enerji</i>

Tablo 4.18. Alt Kriterlerin Matrisleri

	Güneş Enerjisi	Rüzgar Enerjisi	Hidroelektrik Enerjisi	Biyokütle Enerjisi
Güneş Enerjisi	1,00	9,00	9,00	9,00
Rüzgar Enerjisi	0,11	1,00	5,00	9,00
Hidroelektrik Enerjisi	0,11	0,20	1,00	5,00
Biyokütle Enerjisi	0,11	0,11	0,20	1,00

Tablo 4.19. Ortak Matris Tablosu

Ortak Matris Tablosu				
1	3	7,453910218	6,708203932	4,212865931
0,333333333	1	7,296897837	7,296897837	3,637135763
0,134157774	0,137044539	1	7,296897837	3,707792751
0,149071198	0,137044539	0,137044539	1	4,212865931
0,237368104	0,27494162	0,467137978	0,137044539	1
1,85393041	4,549030698	16,35499057	22,43904415	16,77066037

Tablo 4.20. Normalizasyon

Normalizasyon				
0,539394572	0,659481151	0,455757537	0,298952303	0,251204534
0,179798191	0,21982705	0,446157263	0,325187552	0,216874928
0,072363975	0,030126097	0,061143416	0,325187552	0,221088059
0,080408195	0,030126097	0,008379371	0,044565178	0,251204534
0,128035067	0,060439605	0,028562412	0,006107414	0,059627944

Tablo 4.21. Ağırlık Tablosu

Ağırlıklar	
Güneş Enerjisi	0,440958019
Rüzgar Enerjisi	0,277568997
Hidroelektrik Enerji	0,14198182
Jeotermal Enerji	0,082936675
Biyokütle Enerji	0,056554489

Son değerlendirme olarak kriterlerin her biri için daha önce yapılmış olan ağırlık bulma çalışmalarını son tabloya ekleyip enerjilerin yüzdeleri bulunacaktır.

Tablo 4.22. Teknik Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu

Ana Kriter Ağırlıkları	Ortak Matris Tablosu			
Alt Kriter Ağırlıkları	TEKNİK			
Seçenekler ağırlıkları	0,259129336			
	Santral İnşa Süresi	Verimlilik	Teknoloji Özellik	Arz Güvenliği
	0,71605	0,173787	0,110163	0,131699
	0,509355	0,388332	0,482877	0,357941
	0,236234	0,285641	0,230917	0,339188
	0,149082	0,163852	0,147698	0,187682
	0,666561	0,110021	0,09815	0,071543
	0,038768	0,052154	0,040358	0,043646
	0,150709075	0,027886624	0,021981016	0,019479123
	0,069897434	0,020512251	0,010511559	0,018458586
	0,044110709	0,011766425	0,006723352	0,010213641
	0,197223531	0,007900751	0,00446788	0,003893365
	0,011470761	0,003745246	0,001837134	0,002375212

Tablo 4.23. Ekonomik Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu

Ana Kriter Ağırlıkları	Ortak Matris Tablosu			
Alt Kriter Ağırlıkları	EKONOMİK			
Seçenekler ağırlıkları	0,259129336			
	Santral İnşa Süresi	Verimlilik	Teknoloji Özellik	Arz Güvenliği
	0,580653	0,252324	0,125736	0,041287
	0,485982	0,503955	0,515587	0,427567
	0,228994	0,221162	0,216508	0,246756
	0,179366	0,164916	0,14688	0,15238
	0,073926	0,077538	0,085672	0,095006
	0,031733	0,032429	0,035333	0,041433
	0,073122906	0,032950871	0,01679897	0,004574399
	0,034455405	0,014460578	0,007054239	0,002639962
	0,026988166	0,010782959	0,004785627	0,001630264
	0,011123218	0,005069787	0,002791355	0,001016438
	0,047746811	0,002120356	0,001151867	0,000443278

Tablo 4.24. Çevresel Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu

Ana Kriter Ağırlıkları	Ortak Matris Tablosu			
	ÇEVRESEL			
Alt Kriter Ağırlıkları	0,158203368			
Seçenekler ağırlıkları	Santral İnşa Süresi	Verimlilik	Teknoloji Özellik	Arz Güvenliği
	0,520434	0,198476	0,185878	0,095213
	0,517013	0,40625	0,423673	0,407071
	0,233751	0,338064	0,228103	0,263458
	0,112732	0,146398	0,166545	0,182852
	0,085049	0,077205	0,124828	0,093649
	0,051456	0,032082	0,05685	0,052969
	0,042567961	0,012756076	0,012458751	0,006131718
	0,019245751	0,010615065	0,006707717	0,003968472
	0,009281723	0,004596835	0,00489751	0,002754303
	0,007002459	0,002424204	0,003670758	0,001410637
	0,004236599	0,001007361	0,001671761	0,000797873

Tablo 4.25. Risk Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu

Ana Kriter Ağırlıkları	Ortak Matris Tablosu			
	RİSK			
Alt Kriter Ağırlıkları	0,088748367			
Seçenekler ağırlıkları	Sürekliliği Bozma Riski	Talebi Karşılıyama	İnsan Sağlığına Verilecek Zarar	Sürekliliği Bozma Riski
	0,60872	0,2967	0,09457	0,60872
	0,479833	0,479768	0,527023	0,479833
	0,273819	0,30739	0,194839	0,273819
	0,137586	0,112899	0,162852	0,137586
	0,075782	0,061819	0,080925	0,075782
	0,032981	0,038124	0,034362	0,032981
	0,025921973	0,012633079	0,004423269	0,025921973
	0,014792498	0,008094083	0,001635271	0,014792498
	0,007432796	0,002972816	0,001366806	0,007432796
	0,004093964	0,001627796	0,000679198	0,004093964
	0,001781729	0,001003867	0,000288398	0,001781729

Tablo 4.26. Fayda Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu

Ana Kriter Ağırlıkları	Ortak Matris Tablosu			
	FAYDA			
Alt Kriter Ağırlıkları	0,053715568			
Seçenekler ağırlıkları	Sürdürülebilir Kalkınma	Ucuz Enerji Elde Etme	Kolay erişilebilir enerji	Sürdürülebilir Kalkınma
	0,646661	0,230258	0,123081	0,646661
	0,447418	0,472628	0,488358	0,447418
	0,282163	0,242748	0,23668	0,282163
	0,151742	0,154511	0,154122	0,151742
	0,080765	0,092653	0,087614	0,080765
	0,037912	0,03746	0,033226	0,037912
	0,015541406	0,005845671	0,003228713	0,015541406
	0,009801147	0,003002414	0,001564778	0,009801147
	0,005270874	0,00191106	0,001018957	0,005270874
	0,002805434	0,001145973	0,000579248	0,002805434
	0,001316902	0,000463322	0,000219669	0,001316902

Tablo 4.27. Sosyal Kriterlerin Toplam Ağırlık Tablosu

Ana Kriter Ağırlıkları	Ortak Matris Tablosu	
Alt Kriter Ağırlıkları	SOSYAL	
Seçenekler ağırlıkları	0,026988928	
	0,883791	0,116209
	0,474417	0,486946
	0,23101	0,263274
	0,179381	0,137944
	0,066609	0,081832
	0,048582	0,030004
	0,011316066	0,001527236
	0,005510183	0,000825721
	0,004278698	0,000432642
	0,001588796	0,000256654
	0,011316066	0,001527236

Son değerlendirme olarak daha önce yapmış olduğumuz tüm sonuçları yukarıdaki tablo da birleştiriyoruz. Her adımda bulmuş olduğumuz ana kriterlerin ağırlıkları ile alt kriterlerin ağırlıkları ve uzmanlar tarafından cevaplandırılan soruların ağırlıkları birbirleri ile çarpılarak tek sütun haline getirilir. Daha sonra bulunan tüm kriterlerin değerleri toplanarak sonuç bulunur. Yapılan işlemler sonucunda aşağıdaki sıralama sonucu bulunmuştur.

4.1.1. AHP Değerlendirme Sonucu

Excel üzerinden yapılan AHP işlemi sonrasında elde edilen sonuç aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.28. AHP Değerlendirme Sonuç Tablosu

Sonuç Tablosu	
Güneş Enerjisi	50%
Rüzgar Enerjisi	26%
Hidroelektrik Enerji	16%
Jeotermal Enerji	26%
Biyokütle Enerji	4%

Yapılan işlemler sonucunda Yenilenebilir Enerji Kaynakları arasında en uygun enerjiden en az uygun olan enerjiyi belirlerken Teknik, Ekonomik, Çevresel, Sosyal, Risk ve Fayda gibi kriterler ile değerlendirme yapıldı.

4 Uzman tarafından yapılan değerlendirmeler neticesinde yukarıda belirtmiş olduğumuz kriterler doğrultusunda en uygun enerji Güneş Enerjisi olmuştur. Güneş enerjisini Rüzgâr, Hidroelektrik, Jeotermal ve Biyokütle takip etmektedir. Ayrıca yapmış olduğumuz çalışma da ana kriterlerin ağırlıkları değerlerini incelediğimizde; teknik kriterler 0,41, ekonomik kriterler 0,25, çevresel kriterler 0,15, risk kriterleri 0,08, fayda kriteri 0,05 ve sosyal kriterlerin ağırlık değeri 0,02 bulunmuştur. Burada tüm ana kriterler arasında en önemli olan kriter teknik kriterlerdir. Diğer önemli kriter ise ekonomik kriter olarak karşımıza çıkmaktadır. Geriye kalan tüm kriterler ekonomik ve teknik kriterlere göre önem dereceleri zayıftır.

Ana kriterleri kendi içlerinde analiz ettiğimizde ;

Teknik kriterler de santral inşa süresinin ağırlık değerinin 0,56 çıktığı, verimlilik, teknolojik özellik ve arz güvenliği kriterlerine göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Ekonomik kriterler de yatırım maliyetinin ağırlık değerinin 0,58 çıktığı, yakıt maliyeti, işletme ve bakım maliyeti ve devlet teşviki kriterlerine göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çevresel kriterler de sera gazı emisyonlarının ağırlık değerinin 0,52 çıktığı, alan gereksinimi, gürültü ve atık imha işlemine olan gereksinimi kriterlerine göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Risk kriterlerinin de sürekliliği bozma riskinin 0,60 ağırlık değeri ile diğer 2 kriter olan talebi karşılayamama ve insan sağlığına verilecek zarar' a göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Fayda kriterlerini incelediğimizde sürdürülebilir kalkınma kriterinin 0,64 ağırlık değeri ile diğer iki kriter olan ucuz enerji elde etme ve kolay erişilebilir enerji'ye göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Son olarak sosyal kriterleri incelediğimizde istihdam kriterinin 0,88 ağırlık değeri ile sosyal kabul edilebilirliğe göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Mevcut durumu incelediğimiz de özellikle Güneş ve rüzgâr enerjisi kaynaklarının önümüzdeki yıllarda oldukça fazla kullanılmaya başlanacağı görülmektedir.

Enerji raporlarını incelediğimizde son 5 yıllık değişimler aşağıdaki gibidir.

- Yenilenebilir enerjiler ile 2015 yılında ülkemiz elektrik üretiminin sadece üçte birini oluştururken, 2020 yılına geldiğimizde yaklaşık olarak %49'unu oluşturmaktadır.
- 2015 yılından günümüze kadar rüzgâr enerjisi ve güneş enerjisinin payı toplam üretilen enerji payının 3 katına kadar ulaşmıştır.
- Rüzgâr ve güneş enerjisi 2020 yılında ülkemizdeki üretimin %12'sini oluşturmaktadır.
- Dünyada rüzgâr ve güneş enerjisinin üretimdeki payı, son 5 yılda iki katına ulaşırken, Türkiye ise yaklaşık %4 seviyelerinden %12 seviyesine yükselterek 3 kat artış elde etmiştir. Ülkemiz dünya ortalamasında ise %9,4'tür.
- Elektrik üretiminde doğalgazın payı son 5 yılda %37'den %23'e düşmüştür

4.2. Anket Analizleri

4.2.1. Demografik Sorular

Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili yapmış olduğumuz anket soruları ekte yer almaktadır. Anket soruları ile ilgili analizler aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.29. Katılımcıların Yaş Aralıkları

Yaş (Yıl)				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
20-29	14	41,2	41,2	41,2
30-35	16	47,1	47,1	88,2
36-45	4	11,8	11,8	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Ankete katılım sağlayan 20-29 yaş arası %41,2, 30-35 yaş arası %47,1, 36-45 yaş arası %11,8'dir.

Tablo 4.30. Katılımcıların cinsiyetleri

Cinsiyet				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Erkek	25	73,5	73,5	73,5
Kadın	9	26,5	26,5	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Ankete katılım sağlayan bireylerin %73,5'i erkek ve %26,5'i kadından oluşmaktadır.

Tablo 4.31. Ankete Katılan Bireylerin Şehirleri

Cinsiyet				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
İstanbul	16	47,1	47,1	47,1
Kayseri	4	11,8	11,8	58,8
İzmir	2	5,9	5,9	64,7
Ankara	4	11,8	11,8	76,5
Kocaeli	3	8,8	8,8	85,3
Şanlıurfa	2	5,9	5,9	91,2
Gaziantep	3	8,8	8,8	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Ankete katılım sağlayan bireylerin %47'si İstanbul'dan, %11,8'i Kayseri'den, %11,8'i Ankara'dan, %8,8'i Kocaeli'nden, %8,8'i Gaziantep'ten, %5,9'u İzmir'den ve %5,9 'u Şanlıurfa'dan katılmaktadır. Anket katılımcılarını seçerken özellikle ülkenin belli başlı üretim alanları tercih edilmiştir.

Tablo 4.32. Katılımcıların Kuruluş Türü

Kuruluş Adı				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Özel Sektör	33	97,1	97,1	97,1
Devlet	1	2,9	2,9	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Ankete katılım sağlayan bireylerin %97,1'i özel sektörden katılırken yalnızca 2,9'u devlet kurumundan katılmıştır.

Tablo 4.33. Katılımcıların Meslekleri

Mesleğiniz				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Elektrik-Elektronik Mühendisi	17	50,0	50,0	50,0
Enerji Mühendisi	2	5,9	5,9	55,9
Enerji Uzmanı	9	26,5	26,5	82,4
Makina Mühendisi	3	8,8	8,8	91,2
Endüstri Mühendisi	2	5,9	5,9	97,1
Çevre Mühendisi	1	2,9	2,9	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Ankete katılım sağlayan bireylerin %50'si Elektrik-Elektronik mühendisiyken, %5,9'u Enerji Mühendisi, %26,5'u Enerji Uzmanı, %8,8'i Makine Mühendisi, %5,9'u Endüstri Mühendisi, %2,9'u çevre mühendisidir.

Tablo 4.34. Katılımcıların Sektörleri

Hangi sektörde çalışıyorsunuz?				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Güneş Enerjisi	7	20,6	20,6	20,6
Rüzgâr Enerji	7	20,6	20,6	41,2
Güneş + Rüzgâr	9	26,5	26,5	67,6
Biyokütle Enerjisi	1	2,9	2,9	70,6
Güneş + rüzgâr + Biyokütle	2	5,9	5,9	76,5
Hidroelektrik Enerji	3	8,8	8,8	85,3
Güneş + Hidroelektrik	1	2,9	2,9	88,2
Jeotermal Enerji	1	2,9	2,9	91,2
Güneş + Jeotermal	1	2,9	2,9	94,1
İnşaat ve Enerji Verimliliği	2	5,9	5,9	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Ankete katılım sağlayan bireylerin %20,6'sı Güneş enerji sektöründen katılırken, %20,6'sı Rüzgâr enerjisi, %26,5'u Güneş enerjisi + Rüzgâr enerjisi, %5,9'u Güneş + Rüzgâr + Biyokütle enerjisi, %8,8'i Hidroelektrik enerji, %2,9'u Güneş enerjisi + Hidroelektrik Enerjisi, %2,9'u Güneş + Jeotermal Enerji ve son olarak %5,9'u da İnşaat ve enerji verimliliği sektöründen katılmaktadır.

Tablo 4.35. Sektör Deneyimi

Sektördeki deneyiminiz?				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
1-5 yıl	23	67,6	67,6	67,6
5-10 yıl	9	26,5	26,5	94,1
10 yıl ve üstü	2	5,9	5,9	100,0
<i>Toplam</i>	<i>34</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	

Ankete katılım sağlayan bireylerin %67,6'sı 1-5 yıl sektör deneyimine sahipken, %26,5'i 5-10 yıl, %5,9'u 10 yıl ve üstü deneyime sahiptir.

4.2.2. Ana Kriterlerin Analizi

Ana kriterlerin birbirleri ile karşılaştırılması ile ilgili soruların analizleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 4.36. Ana Kriter Analiz 1

Enerji seçiminde Teknik kriterler Ekonomik kriterlere göre daha önemlidir.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
kesinlikle katılmıyorum	1	2,9	2,9	2,9
katılmıyorum	3	8,8	8,8	11,8
kararsızım	5	14,7	14,7	26,5
katılıyorum	13	38,2	38,2	64,7
biraz katılıyorum	9	26,5	26,5	91,2
kesinlikle katılıyorum	3	8,8	8,8	100,0
<i>Toplam</i>	<i>34</i>	<i>100,0</i>	<i>100,0</i>	

Enerji seçiminde teknik kriterler çevresel kriterlere göre daha önemlidir sorusuna; katılımcıların %2,9'u kesinlikle katılmıyorum cevabını verirken, %8,8'si katılmıyorum, %14,7'si kararsızım, %38,2'si katılıyorum, %26,5'u biraz katılıyorum ve %8,8'i kesinlikle katılıyorum cevabını vermiştir.

Tablo 4.37. Ana Kriter Analiz 2

Enerji seçiminde Teknik kriterler Çevresel kriterlere göre daha önemlidir.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
kesinlikle katılmıyorum	1	2,9	2,9	2,9
biraz katılmıyorum	4	11,8	11,8	14,7
katılmıyorum	7	20,6	20,6	35,3
kararsızım	11	32,4	32,4	67,6
katılıyorum	7	20,6	20,6	88,2
biraz katılıyorum	3	8,8	8,8	97,1
kesinlikle katılıyorum	1	2,9	2,9	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Enerji seçiminde teknik kriterler çevresel kriterlere göre daha önemlidir sorusuna; katılımcıların %2,9'u kesinlikle katılmıyorum cevabını verirken, %11,8'i biraz katılmıyorum, %20,6'sı katılmıyorum, %32,4'ü kararsızım, %20,6'si katılıyorum, %8,8'i biraz katılıyorum ve %2,9'u kesinlikle katılıyorum cevabını vermiştir.

Tablo 4.38. Ana Kriter Analiz 3

Enerji seçiminde Teknik kriterler risk kriterlerine göre daha önemlidir.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
kesinlikle katılmıyorum	3	8,8	8,8	8,8
biraz katılmıyorum	4	11,8	11,8	20,6
katılmıyorum	4	11,8	11,8	32,4
kararsızım	9	26,5	26,5	58,8
katılıyorum	5	14,7	14,7	73,5
biraz katılıyorum	2	5,9	5,9	79,4
kesinlikle katılıyorum	7	20,6	20,6	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Enerji seçiminde teknik kriterler risk kriterlerine göre daha önemlidir sorusuna; katılımcıların %8,8'i kesinlikle katılmıyorum cevabını verirken, %11,8'i biraz katılmıyorum, %11,8'i katılmıyorum, %26,5'i kararsızım, %14,7'si katılıyorum, %5,9'u biraz katılıyorum ve %20,6'sı kesinlikle katılıyorum cevabını vermiştir.

Tablo 4.39. Ana Kriter Analiz 4

Enerji seçiminde Teknik kriterler Fayda kriterlerine göre daha önemlidir.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
kesinlikle katılmıyorum	3	8,8	8,8	8,8
biraz katılmıyorum	2	5,9	5,9	14,7
katılmıyorum	10	29,4	29,4	44,1
kararsızım	7	20,6	20,6	64,7
katılıyorum	4	11,8	11,8	76,5
biraz katılıyorum	3	8,8	8,8	85,3
kesinlikle katılıyorum	5	14,7	14,7	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Enerji seçiminde teknik kriterler fayda kriterler göre daha önemlidir sorusuna; katılımcıların %8,8'i kesinlikle katılmıyorum cevabını verirken, %5,9'u biraz

katılmıyorum, %29,4'ü katılmıyorum, %20,6'sı kararsızım, %11,8'i katılıyorum, %8,8'i biraz katılıyorum ve %14,7'si kesinlikle katılıyorum cevabını vermiştir.

4.2.3. Enerji Sorularının Analizi

Güneş Enerjisi Analizi sorularının analizi aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.40. Güneş Enerjisi Analizi 1

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından güneş enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Katılıyorum	8	23,5	23,5	23,5
Katılmıyorum	26	76,5	76,5	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması bakımından güneş enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum sorusuna %23,5'i katılıyorum derken, %76,5'i katılmıyorum cevabını vermiştir.

Tablo 4.41. Güneş Enerjisi Analizi 2

Karbon salınımı bakımından güneş enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Katılıyorum	34	100	100	100
Toplam	34	100,0	100,0	

Rüzgar Enerjisi Analizi sorularının analizi aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.42. Rüzgar Enerjisi Analizi 1

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından rüzgâr enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Katılıyorum	4	17,6	17,6	17,6
Katılmıyorum	30	82,4	82,4	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından rüzgâr enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum sorusuna katılımcıların %17,6'sı katılıyorum derken, %82,4'ü katılmıyorum cevabını vermiştir.

Tablo 4.43. Rüzgar Enerjisi Analizi 2

Karbon salınımı bakımından rüzgâr enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Katılıyorum	30	88,2	88,2	88,2
Katılmıyorum	4	11,8	11,8	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Karbon salınımı bakımından Rüzgâr enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum sorusuna katılımcıların %88,2'si katılıyorum derken, %11,8'i katılmıyorum cevabını vermiştir.

Jeotermal Enerji sorularının analizi aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.44. Jeotermal Enerji Analizi 1

Karbon salınımı bakımından jeotermal enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Katılıyorum	13	38,2	38,2	38,2
Katılmıyorum	21	61,8	61,8	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından jeotermal enerjinin daha iyi olduğuna inanıyorum sorusuna katılımcıların %38,2'si katılıyorum derken, %61,8'i katılmıyorum cevabını vermiştir.

Tablo 4.45. Jeotermal Enerji Analizi 2

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından jeotermal enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Katılıyorum	8	23,5	23,5	23,5
Katılmıyorum	26	76,5	76,5	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Karbon salınımı bakımından Jeotermal enerji en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum sorusuna katılımcıların %23,5'i katılıyorum derken, %76,5'i katılmıyorum cevabını vermiştir.

Hidroelektrik Enerji sorularının analizi aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.46. Hidroelektrik Enerji Analizi 1

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından hidroelektrik enerjinin daha iyi olduğuna inanıyorum.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Katılıyorum	31	91,2	91,2	91,2
Katılmıyorum	3	8,8	8,8	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından Hidroelektrik enerjinin daha iyi olduğuna inanıyorum sorusuna katılımcıların %91,2'si katılıyorum derken, %8,8'i katılmıyorum cevabını vermiştir.

Tablo 4.47. Hidroelektrik Enerji Analizi 2

Karbon salınımı bakımından hidroelektrik enerjinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Katılıyorum	31	91,2	91,2	91,2
Katılmıyorum	3	8,8	8,8	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Karbon salınımı bakımından hidroelektrik enerjinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum sorusuna katılımcıların %91,2'i katılıyorum derken, %8,8'i katılmıyorum cevabını vermiştir. Biyokütle Enerjisi sorularının analizi aşağıda yer almaktadır.

Tablo 4.48. Biyokütle Enerji Analizi 1

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından biyokütle enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Katılıyorum	26	76,5	76,5	76,5
Katılmıyorum	8	23,5	23,5	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından Biyokütle enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum sorusuna katılımcıların %76,5'i katılıyorum derken, %23,5'i katılmıyorum cevabını vermiştir.

Tablo 4.49. Biyokütle Enerji Analizi 2

Karbon salınımı bakımından biyokütle enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Katılıyorum	4	11,8	11,8	11,8
Katılmıyorum	30	88,2	88,2	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Karbon salınımı bakımından biyokütle enerjinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum sorusuna katılımcıların %11,8'i katılıyorum derken, %88,2'si katılmıyorum cevabını vermiştir.

4.2.4. Yenilenebilir Enerji ile İlgili Genel Sorular

Tablo 4.50. Genel Sorular 1

Yenilenebilir enerjinin fosil yakıtların yerini almasının önündeki başlıca engel aşağıdakilerden hangisidir.				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Depolama	19	55,9	55,9	55,9
Politik	9	26,5	26,5	82,4
Fosil Yakıtlara olan bağlılık	3	8,8	8,8	91,2
İletim Sistemi Teknik Kısıtları	3	8,8	8,8	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Yenilenebilir enerjinin fosil yakıtların yerini almasının önündeki başlıca engel aşağıdakilerden hangisidir sorusuna katılımcıların %55,9'u Depolama derken, %26,5'i Politik, %8,8'i Fosil yakıtlara olan bağlılık, %8,8 'i de iletim sistemi teknik kısıtları cevabını vermiştir.

Tablo 4.51. Genel Sorular 2

Enerjiyi rüzgâr türbini üretiminden elde ediyor olsaydınız, aşağıdakilerden hangisi en iyi avantaj olurdu?				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Maliyetin Azalması	11	32,4	32,4	32,4
Enerji Güvenliği	7	20,6	20,6	52,9
Çevresel Sorumluluk	1	2,9	2,9	55,9
Talebi Karşılama	15	44,1	44,1	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Enerjiyi rüzgâr türbini üretiminden elde ediyor olsaydınız, aşağıdakilerden hangisi en iyi avantaj olurdu? sorusuna katılımcıların %32,4'ü Maliyetin Azalması derken, %20,6'sı Enerji Güvenliği, %2,9'u Çevresel Sorumluluk, %44,1'i de Talebi Karşılama cevabını vermiştir.

Tablo 4.52. Genel Sorular 3

Beş yıl içinde, Türkiye, büyük olasılıkla en çok hangi yenilenebilir enerjiye yatırım yapacak?				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Rüzgâr Enerjisi	8	23,5	23,5	23,5
Güneş Enerjisi	23	67,6	67,6	91,2
Biyokütle enerjisi	2	5,9	5,9	97,1
Jeotermal enerji	1	2,9	2,9	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Beş yıl içinde, Türkiye, büyük olasılıkla en çok hangi yenilenebilir enerjiye yatırım yapacak sorusuna katılımcıların %67,6'sı Güneş Enerjisi yanıtını verirken, %23,5'i Rüzgâr Enerjisi, %5,9'u Biyokütle, %2,9'u da jeotermal enerji cevabını vermiştir. Hidroelektrik enerji tercih edilmemiştir.

Tablo 4.53. Genel Sorular 4

Hangi yenilenebilir enerjinin 2030 yılına kadar dünya genelinde başarıyla uygulanacak en geniş kapsama sahip olacağını düşünüyorsunuz?				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Rüzgâr Enerjisi	6	17,6	17,6	17,6
Güneş Enerjisi	25	73,5	73,5	91,2
Biyokütle enerjisi	2	5,9	5,9	97,1
Jeotermal enerji	1	2,9	2,9	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Hangi yenilenebilir enerjinin 2030 yılına kadar dünya genelinde başarıyla uygulanacak en geniş kapsama sahip olacağını düşünüyorsunuz sorusuna katılımcıların %73,5'i Güneş Enerjisi derken, %17,6'sı Rüzgâr Enerjisi, %5,9'u Biyokütle ve %2,9'u Jeotermal enerji yanıtını vermiştir. Hidroelektrik enerji tercih edilmemiştir.

Tablo 4.54. Genel Sorular 5

Türkiye'de güneş enerjisi panellerinin kurulumundaki en büyük engel hangisidir?				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
YE olan güvensizlik	2	5,9	5,9	5,9
Yapılan güncellemeye olan eksiklik	12	35,3	35,3	41,2
Bilgi Eksikliği	8	23,5	23,5	64,7
Kurulumda Yaşanan Sıkıntılar	6	17,6	17,6	82,4
Maliyet	6	17,6	17,6	100,0

Türkiye'de güneş enerjisi panellerinin kurulumundaki en büyük engel hangisidir sorusuna katılımcıların %35,3'ü Yapılan Güncellemeye Olan Eksiklik yanıtını verirken, %23,5'i Bilgi eksikliği, %17,6'sı Kurulumda Yaşanan Sıkıntılar, %17,6'sı Maliyet ve %5,9'u Yenilenebilir Enerjiye Olan Güvensizlik yanıtını vermiştir.

Tablo 4.55. Genel Sorular 6

Gelecekte en çok gelişmekte olan enerji türünün hangisi olacağını düşünüyorsunuz?				
	Frekans	Yüzde	Geçerli Yüzde	Kümülatif Yüzde
Rüzgâr Enerjisi	4	11,8	11,8	11,8
Güneş Enerjisi	29	85,3	85,3	97,1
Jeotermal enerji	1	2,9	2,9	100,0
Toplam	34	100,0	100,0	

Gelecekte en çok gelişmekte olan enerji türünün hangisi olacağını düşünüyorsunuz? Sorusuna katılımcıların %85,3'ü Güneş Enerjisi yanıtını verirken, %11,8'i Rüzgâr Enerjisi, %2,9'u Jeotermal enerji yanıtını vermiştir. Biyokütle ve Hidroelektrik enerjileri tercih edilmemiştir.

4.2.5. Güvenirlilik Analizi (Cronbach's Alpha)

Yapmış olduğumuz SPSS Anket çalışması sonucunda güvenilirlik ile ilgili sonuçlar aşağıda yer almaktadır. Anketi toplam cevaplayan sayısı 34 kişidir. Cevapların tamamı geçerlidir.

Tablo 4.56. Crosstabulation Kutusu

Crosstabulation					
			Tüm maliyetler göz önüne alındığında rüzgâr enerjisinin diğer enerji türlerine göre daha avantajlı olduğunu düşünüyorum.		
			Katılıyorum	Katılmıyorum	Total
Enerji verimliliği açısından güneş enerji sistemlerinin verimli olduğunu düşünmüyorum.	Katılıyorum	Count	8	12	20
			11,8	8,2	20,0
		Expected Count	12	2	14
			8,2	5,8	14,0
	Katılmıyorum	Count	20	14	34
			20,0	14,0	34,0
		Expected Count	8	12	20
			11,8	8,2	20,0

Tablo 4.57. Güvenirlilik Analiz Sonucu

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,707	,646	15

Cronbach's Alpha değeri;

- $0,40 \leq x \leq 0,70$ anketimiz güvenilir değildir,
- $0,70 \leq x \leq 0,80$ anketimiz güvenilir,
- $0,80$ ve üzeri durumlarda anketimizin güvenilirliği yüksektir.

Yapılan çalışma sonucu Cronbach's Alpha değeri ,707 çıkmıştır. Yani anket çalışmamız güvenilirdir. Güvenirlilik katsayısı katılımcı sayısı eklenerek daha iyileştirilebilmektedir.

4.2.6. Ki-Kare (Chi Square) Analiz Sonucu

Tablo 4.58. Crosstabulation Kutusu

		Crosstabulation		
		Çevreye kirliliğini oluşturması bakımından biyokütle enerjisinin diğer enerji türlerine göre daha az çevreyi kirlettiğine inanıyorum.		
		Katılıyorum	Katılmıyorum	Total
	Count	4	4	8
Katılıyorum	Expected Count	1,6	6,4	8,0
Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından güneş enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum.	Count	3	23	26
	Expected Count	5,4	20,6	26,0
Total	Count	7	27	34
	Expected Count	7,0	27,0	34,0

Tabloyu incelediğimizde Expected Count kutucuklarında 5'in altında değer oluşmuştur. Bu nedenle **Pearson Chi-Square testi** seçilmelidir.

Tablo 4.59. Ki-Kare Test Sonucu 1

<i>Chi-Square Tests</i>					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	5,535 ^a	1	,019		
Continuity Correction ^b	3,433	1	,064		
Likelihood Ratio	4,888	1	,027		
Fisher's Exact Test				,037	,037
Linear-by-Linear Association	5,372	1	,020		
N of Valid Cases	34				
Pearson Chi-Square	5,535 ^a	1	,019		

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,76.

b. Computed only for a 2x2 table

Sig. Değerimiz $0,019 < 0,05$ değerinden küçük olduğu için Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından güneş enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum ile Çevreye kirliliğini oluşturması bakımından biyokütle enerjisinin diğer enerji türlerine göre daha az çevreyi kirlettiğine inanıyorum diyenler arasında bir ilişki bulunmaktadır.

Tablo 4.60. Crosstabulation Kutusu

Crosstabulation					
			Çevreye kirliliğini oluşturması bakımından biyokütle enerjisinin diğer enerji türlerine göre daha az çevreyi kirlettiğine inanıyorum.		Total
			Katılıyorum	Katılmıyorum	
Enerji verimliliği açısından güneş enerji sistemlerinin verimli olduğunu düşünmüyorum	Katılıyorum	Count	6	14	20
		Expected Count	10,0	10,0	20,0
	Katılmıyorum	Count	11	3	14
		Expected Count	7,0	7,0	14,0
	Total	Count	17	17	34
		Expected Count	17,0	17,0	34,0

Tabloyu incelediğimizde Expected Count kutucuklarında 5'in altında değer oluşmamıştır. Bu nedenle yorumlama yaparken **Fisher's Exact Testi** seçilmelidir.

Tablo 4.61. Ki-Kare Test Sonucu 2

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	7,771 ^a	1	,005		
Continuity Correction ^b	5,950	1	,015		
Likelihood Ratio	8,151	1	,004		
Fisher's Exact Test				,013	,007
Linear-by-Linear Association	7,543	1	,006		
N of Valid Cases	34				

Sig. Değerimiz $0,013 < 0,05$ değerinden küçük olduğu için Enerji verimliliği açısından güneş enerji sistemlerinin verimli olduğunu düşünmüyorum seçeneği ile Biyokütle enerjisinin uzun süre kullanılabilirliğini düşünüyorum ile arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

Tablo 4.62. Crosstabulation Kutusu

Crosstabulation				
		Karbon salınımı bakımından jeotermal enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum		Total
		Katılıyorum	Katılmıyorum	
Katılıyorum	Count	5	25	30
	Expected Count	7,1	22,9	30,0
Katılmıyorum	Count	3	1	4
	Expected Count	,9	3,1	4,0
Total	Count	8	26	34
	Expected Count	8,0	26,0	34,0

Tabloyu incelediğimizde Expected Count kutucuklarında 5'in altında değer oluşmamıştır. Bu nedenle yorumlama yaparken **Fisher's Exact Testi** seçilmelidir.

Tablo 4.63. Ki-Kare Test Sonucu 3

Chi-Square Tests					
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	10,694 ^a	1	,001		
Continuity Correction ^b	6,540	1	,011		
Likelihood Ratio	9,709	1	,002		
Fisher's Exact Test				,009	,009
Linear-by-Linear Association	10,379	1	,001		
N of Valid Cases	34				

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is ,71.

Sig. Değerimiz $0,009 < 0,05$ değerinden küçük olduğu için Güneş enerji sistemlerinin uzun süre kullanılabilceğini düşünüyorum ile Karbon salınımı bakımından jeotermal enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum seçeneği arasında anlamlı bir ilişki bulunmaktadır.

Tablo 4.64. Ki-Kare Uygunluk Testi 1

Yenilenebilir enerjinin fosil yakıtların yerini almasının önündeki başlıca engel aşağıdakilerden hangisidir.			
	Observed N	Expected N	Residual
Depolama	19	8,5	10,5
Politik	9	8,5	,5
Fosil Yakıtlara olan bağlılık	3	8,5	-5,5
İletim Sistemi Teknik Kısıtları	3	8,5	-5,5
Total	34		

Yenilenebilir Enerjinin fosil yakıtların yerini almasının önündeki başlıca engel aşağıdakilerden hangisidir? Sorusuna katılımcılarımızın büyük çoğunluğu depolama seçeneğinin diğer seçeneklere daha fazla önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 4.65. Ki-Kare Uygunluk Testi 2

Enerjiyi rüzgâr türbini üretiminden elde ediyor olsaydınız, aşağıdakilerden hangisi en iyi avantaj olurdu?			
	Observed N	Expected N	Residual
Maliyetin Azalması	11	8,5	2,5
Enerji Güvenliği	7	8,5	-1,5
Çevresel Sorumluluk	1	8,5	-7,5
Talebi Karşıluyamama	15	8,5	6,5
Total	34		

Enerjiyi rüzgar türbini üretiminden elde ediyor olsaydınız aşağıdakilerden hangisi avantaj olurdu? Sorusuna katılımcılarımız Maliyetin azalması ve Talebi karşılayamama seçeneklerinin daha öncelikli olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 4.66. Ki-Kare Uygunluk Testi 3

Beş yıl içinde, Türkiye, büyük olasılıkla en çok hangi yenilenebilir enerjiye yatırım yapacak?			
	Observed N	Expected N	Residual
Rüzgar Enerjisi	8	8,5	-,5
Güneş Enerjisi	23	8,5	14,5
Biyokütle enerjisi	2	8,5	-6,5
Jeotermal enerji	1	8,5	-7,5
Total	34		

Beş yıl içinde, Türkiye büyük olasılıkla en çok hangi yenilenebilir enerjiye yatırım yapacak sorusuna katılımcıların büyük çoğunluğu Güneş Enerji sistemlerinin daha fazla yatırım alacağı konusunda fikir belirtmişlerdir.

Tablo 4.67. Ki-Kare Uygunluk Testi 4

Hangi yenilenebilir enerjinin 2030 yılına kadar dünya genelinde başarıyla uygulanacak en geniş kapsama sahip olacağını düşünüyorsunuz?			
	Observed N	Expected N	Residual
Rüzgar Enerjisi	6	8,5	-2,5
Güneş Enerjisi	25	8,5	16,5
Biyokütle enerjisi	2	8,5	-6,5
Jeotermal enerji	1	8,5	-7,5
Total	34		

Hangi yenilenebilir enerjinin 2030 yılına kadar dünya genelinde başarıyla uygulanacak en geniş kapsama sahip olacağını düşünüyorsunuz? Sorusuna yine katılımcıların büyük çoğunluğu Güneş enerjisi cevabını vermiştir.

Tablo 4.68. Ki-Kare Uygunluk Testi 5

Türkiye'de güneş enerjisi panellerinin kurulumundaki en büyük engel hangisidir?			
	Observed N	Expected N	Residual
<i>YE olan güvensizlik</i>	2	6,8	-4,8
<i>Yapılan güncellemeye olan eksiklik</i>	12	6,8	5,2
<i>Bilgi Eksikliği</i>	8	6,8	1,2
<i>Kurulumda Yaşanan Sıkıntılar</i>	6	6,8	-,8
<i>Maliyet</i>	6	6,8	-,8
Total	34		

Türkiye'de güneş enerjisi panellerinin kurulumundaki en büyük engel hangisidir? Sorusuna katılımcıların bir kısmı yapılan güncellemeye olan eksiklik yanıtını önemli bulmuşlardır.

Tablo 4.69. Ki-Kare Uygunluk Testi 6

Gelecekte en çok gelişmekte olan enerji türünün hangisi olacağını düşünüyorsunuz?			
	Observed N	Expected N	Residual
Rüzgar Enerjisi	4	11,3	-7,3
Güneş Enerjisi	29	11,3	17,7
Jeotermal enerji	1	11,3	-10,3
Total	34		

Gelecekte en çok gelişmekte olan enerji türünün hangisi olacağını düşünüyorsunuz? Sorusuna yine katılımcıların neredeyse tamamı Güneş enerjisi cevabını vermiştir.

Tablo 4.70. Ki-Kare Uygunluk Testi 7

Yeni enerji teknolojileri denilince birçok konu sayabiliyoruz. Bu teknolojilerden bazılarını arama motoruna yazdık. Sizce içlerinden hangisi son 12 ay içinde en çok aranmış teknoloji olabilir?			
	Observed N	Expected N	Residual
Depolama	2	8,5	-6,5
Blockchain	21	8,5	12,5
Nesnelerin İnterneti	5	8,5	-3,5
Yapay zeka,	6	8,5	-2,5
Total	34		

Yeni enerji teknolojileri denilince birçok konu sayabiliyoruz. Bu teknolojilerden bazılarını arama motoruna yazdık. Sizce içlerinden hangisi son 12 ay içinde en çok aranmış teknoloji olabilir? Sorusuna katılımcıların büyük çoğunluğu Blockchain yanıtını vermiştir.

Tablo 4.71. Ki-Kare Uygunluk Testi Sonuç

Test Statistics							
	Yenilenebilir enerjinin fosil yakıtların yerini almasının önündeki başlıca engel aşağıdaki lerden hangisidir	Enerjiyi rüzgâr türbini üretiminden elde ediyor olsaydınız, aşağıdakiler den hangisi en iyi avantaj olurdu?	Beş yıl içinde, Türkiye, büyük olasılıkla en çok hangi yenilenebilir enerjiye yatırım yapacak	Hangi yenilenebilir enerjinin 2030 yılına kadar dünya genelinde başarıyla uygulanacak en geniş kapsama sahip olacağını düşünüyorsunuz	Türkiye'de güneş enerjisi panellerinin kurulumun daki en büyük engel hangisidir	Gelecekte en çok gelişmekte olan enerji türünün hangisi olacağını düşünüyorsunuz	Bu teknolojiler den bazılarını arama motoruna yazdık. Sizce içlerinden hangisi son 12 ay içinde en çok aranmış teknoloji olabilir?
Chi-Square	20,118 ^a	12,588 ^a	36,353 ^a	44,353 ^a	7,765 ^b	41,706 ^c	25,529 ^a
df	3	3	3	3	4	2	3
Asym p. Sig.	,000	,006	,000	,000	,101	,000	,000

Tabloda ki tüm sig değerleri < 0.05 ten küçük olduğundan dolayı değişkenlerin birbirleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir.

4.2.7. ANOVA Analiz Sonuçları

Tablo 4.72. Anova Analiz Sonucu 1

		Anova				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Enerji seçiminde Ekonomik kriterler Risk kriterlere göre daha önemlidir.	Between Groups	39,038	9	4,338	2,770	,022
	Within Groups	37,579	24	1,566		
	Total	76,618	33			

AHP soruları ile çalıştığı sektör sorusu arasında yapılan ANOVA testi sonucuna göre; Enerji seçiminde Ekonomik kriterler risk kriterlerine göre daha önemlidir sorusunun sig değeri: $,022 < 0,05$ ten küçük olması sebebiyle;

Tablo 4.73. Homojen Test Sonucu 1

Test of Homogeneity of Variances				
Enerji seçiminde Ekonomik kriterler Risk kriterlere göre daha önemlidir.	1,111 ^g	5	24	,381

Test of Homogeneity of Variances tablosuna bakıyoruz. Tabloda karşılık gelen sig değeri ,381 > 0,05 ten büyük olduğu için yapılan bu test homojen dağılmıştır ve ANOVA sonuçları güvenilir çıkmıştır. Diğer ana kriterlerle aralarında anlamlı ilişki bulunmamaktadır.

Tablo 4.74. Anova Analiz Sonucu 2

		Anova				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Enerji seçiminde Ekonomik kriterler Risk kriterlere göre daha önemlidir.	Between Groups	39,038	9	4,338	2,770	,022
	Within Groups	37,579	24	1,566		
	Total	76,618	33			
Enerji seçiminde Çevresel kriterler Fayda kriterlerine göre daha önemlidir.	Between Groups	9,314	1	9,314	5,498	,025
	Within Groups	54,215	32	1,694		
	Total	63,529	33			

AHP soruları ile Rüzgar Enerji sektörü sorusu arasında yapılan ANOVA testi sonucuna göre; Enerji seçiminde teknik kriterler sosyal kriterlere göre daha önemlidir sorusunun sig değeri: ,012 < 0,05 ten küçük olması sebebiyle Test of Homogeneity of Variances tablosuna bakıyoruz. Tabloda karşılık gelen sig değeri ,423 > 0,05 ten büyük, Enerji seçiminde Çevresel kriterler Fayda kriterlerine göre daha önemlidir. Sorusunun sig değeri; ,025 < 0,05 ten küçük olması sebebi ile;

Tablo 4.75. Homojen Test Sonucu 2

Test of Homogeneity of Variances				
Enerji seçiminde Teknik kriterler sosyal kriterlere göre daha önemlidir.	,657	1	32	,423
Enerji seçiminde Çevresel kriterler Fayda kriterlerine göre daha önemlidir.	1,471	1	32	,234

Test of Homogeneity of Variances tablosuna bakıyoruz. Tabloda karşılık gelen sig değeri ,234 > 0,05 büyük olduğu için yapılan bu test homojen dağılmıştır ve ANOVA sonuçları güvenilir çıkmıştır. Diğer ana kriterler ile aralarında anlamlı ilişki bulunmamaktadır.

Tablo 4.76. Anova Analiz Sonucu 3

		Anova				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Enerji seçiminde Teknik kriterler sosyal kriterlere göre daha önemlidir.	Between Groups	22,046	3	7,349	5,502	,004
	Within Groups	40,071	30	1,336		
	Total	62,118	33			
Enerji seçiminde Ekonomik kriterler çevresel kriterlere göre daha önemlidir.	Between Groups	25,787	3	8,596	2,955	,048
	Within Groups	87,271	30	2,909		
	Total	113,059	33			

AHP soruları ile Yeni enerji teknolojileri denilince birçok konu sayabiliyoruz. Bu teknolojilerden bazılarını arama motoruna yazdık. Sizce içlerinden hangisi son 12 ay içinde en çok aranmış teknoloji olabilir? sorusu arasında yapılan ANOVA testi sonucuna göre; Enerji seçiminde teknik kriterler sosyal kriterlere göre daha önemlidir sorusunun sig değeri: ,004 < 0,05 ten küçük olması sebebiyle Test of Homogeneity of Variances tablosuna bakıyoruz. Tabloda karşılık gelen sig değeri ,398 > 0,05 ten

büyük, Enerji seçiminde Ekonomik kriterler çevresel kriterlere göre daha önemlidir. Sorusunun sig değeri; ,048 < 0,05 ten küçük olması sebebi ile;

Tablo 4.77. Homojen Test Sonucu 3

Test of Homogeneity of Variances				
Enerji seçiminde Teknik kriterler sosyal kriterlere göre daha önemlidir.	1,020	3	30	,398
Enerji seçiminde Ekonomik kriterler çevresel kriterlere göre daha önemlidir.	1,914	3	30	,149

Test of Homogeneity of Variances tablosuna bakıyoruz. Tabloda karşılık gelen sig değeri ,149 > 0,05 büyük olduğu için yapılan bu test homojen dağılmıştır ve ANOVA sonuçları güvenilir çıkmıştır. Diğer ana kriterler ile aralarında anlamlı ilişki bulunmamaktadır.

4.2.8. Korelasyon Analizi sonuçları

Tablo 4.78. Korelasyon Analizi Sonuç 1

		Güneş enerji sistemlerinin uzun süre kullanılabilirliğini düşünüyorum.
Enerji seçiminde Teknik kriterler risk kriterlerine göre daha önemlidir.	Pearson Correlation	-,488**
	Sig. (2-tailed)	,003
	N	34

Pearson Correlation ifadesinin karşısındaki 0,488 değeri “r” ile ifade edilir ve – 1 ile + 1 arasında bir değer almaktadır. Bu ilişkinin yönünü “r” nin işareti, derecesini ise katsayının büyüklüğü belirler.

Eksi değerler bir değişken artarken diğerinin azaldığını, artı değerler ise her iki değişkenin aldığı değerlerin birlikte artış ve azalış gösterdiğinin göstergesidir.

Pearson Correlation ifadesinin karşısındaki 0,488 değeri “r” ile ifade edilir ve – 1 ile + 1 arasında bir değer almaktadır. Bu ilişkinin yönünü “r” nin işareti, derecesini ise katsayının büyüklüğü belirler. Eksi değerler bir değişken artarken diğerinin azaldığının, artı değerler ise her iki değişkenin aldığı değerlerin birlikte artış ve azalış gösterdiğinin göstergesidir.

Tablo 4.79. Korelasyon Analizi Sonuç 1

		Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından güneş enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum
Enerji seçiminde Teknik kriterler Fayda kriterlerine göre daha önemlidir.	Pearson Correlation	,451**
	Sig. (2-tailed)	,007
	N	34

Tablodaki 0,451 değeri enerji seçiminde teknik kriterler fayda kriterlerine göre daha önemlidir sorusu ile güneş enerjisinin arz güvenliği sorusu arasında çok güçlü pozitif doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Literatürü incelediğimizde çağımızın önemli bir konusu haline gelmiş olan enerji konusu ile ilgili çok fazla çalışma yapıldığını görmekteyiz. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimine uygun olan enerjiyi seçmek için karşımıza birçok kriter çıkmaktadır.

Biz bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretebilme uygunluklarına göre sıralama yaparken birçok kriterden yararlanılmıştır. Bunlar dışında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik nedenleri incelenmiş ve birtakım çıkarımlarda bulunulmuştur. Örneğin; yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli tercih sebeplerinden bir tanesi, enerjinin sürdürülebilir, temiz, kaliteli ve güvenli olmasıdır. Geldiğimiz bu noktada yenilenebilir enerji sektörüne talebi bir kez daha ortaya koymaktadır. Enerji sektörü için enerji arzının sürekliliği önemli bir konudur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının güvenilir ve kesintisiz erişime uygunluğu bakımından kullanılması yaygınlaşmaktadır. Ayrıca çevre dostu olması sebebi ile yapılan çalışmalar yoğunlaştırılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının seçimi sırasında sosyal ve ekonomik kriterler üzerinde durulması gerekmektedir. Çünkü yenilenebilir enerji kaynaklarının santral kurulumları planlanırken dikkat edilmesi gereken birkaç husus bulunmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynakları ülkemizin birçok bölgesinde kurulumları uygun olacağından iletim dağıtım masrafları gibi maliyetler minimum seviye de olacaktır. Tabii bu çevre ve enerji ilişkisi de önemli bir yere sahiptir. Enerji için yapmış olduğumuz planlamalar sırasında bu faktörü dikkate almak gerekmektedir.

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili sıralama yaparken 5 ana kriter üzerinden hesaplama işlemleri yapılmıştır. Bunlar; teknik, ekonomik, sosyal, fayda, risk ve çevresel kriterlerdir. Ayrıca literatürü incelediğimizde yapılan çalışmaların hemen hemen hepsinde dahil etmiş olduğumuz kriterler üzerinde durulmaktadır. Bu da bizim çalışmamız üzerinde olumlu etki yaratmaktadır.

6. SONUÇLAR

Enerji, hayatın devam edebilmesi için en önemli yapı taşıdır. Yüzyıllar boyunca ülkeler enerji ihtiyacını yenilenemez enerjilerden sağlamaktaydılar. Ancak Yenilenemez Enerji kaynaklarının çevreye doğaya ve insanlığa olan zararı oldukça fazladır. Yenilenemez enerji kaynaklarının yıllar içinde tükenmesi ile ülkeler artık yeni enerji arayışı içine girmişlerdir. Dünyada en çok tüketim oranına sahip enerji elektrik enerjisidir. Bu sebeple YEKA artık önemli bir yere sahip olmaya başlamıştır.

Bu çalışmada belirlenen kriterler doğrultusunda en uygun kaynağın seçilmesi için Türkiye’de yer alan enerji kaynakları incelenmiştir. Bu enerji kaynakları; hidroelektrik, güneş, rüzgâr, jeotermal biyokütle enerji kaynaklarıdır. Belirlemiş olduğumuz enerji kaynağı alternatiflerinde en uygun enerjinin seçilebilmesi için enerjiler arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bu kıyaslamaların yapılabilmesi için farklı kriterler belirlenmiştir. Problemimiz de birçok kriter olduğundan dolayı ÇKKV yöntemlerinden AHP modeli ve anket yöntemi kullanılmıştır SPSS programın faydalanılarak enerji konusunda uzman kişiler ile anket çalışması yapılmıştır. Ayrıca Excel üzerinden AHP/TOPSIS yöntemleri ile kriterlerin birbirleri ile olan ağırlıklar tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda; Güneş Enerjisi> Rüzgâr Enerjisi> Jeotermal Enerji> Hidroelektrik Enerji> Biyokütle enerjisi olmuştur. Ayrıca SPSS ile yapmış olduğumuz anket çalışmasında bulunan 0,707 güvenilirlik katsayı değeri ile anketimizin güvenilirliğini ispatlamış olduk Analiz aşamasında yapmış olduğumuz korelasyon, ki-kare, T-test gibi analizler anlamlı çıkmıştır.

İncelenen literatür çalışmalarında bazı sonuçlar benzer çıktığı görülmüştür. Fakat bazı değişken durumlar neticesinde sonuçlar farklı çıkmıştır. Çalışmaları incelediğimizde tüm ortak sonucun elektrik üretimi için yeka’ların uygun olduğu ve fosil yakıtlar yerine kullanılması olduğudur. Bu çalışmamızın ileride yapılacak olan analizlere ışık tutacağına inanıyorum.

7. ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma sonucunda; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığında Yenilenebilir & Sürdürülebilir Enerji Enstitüsünün kurulması önerilmektedir.

Güneş ve Rüzgâr enerjisi kaynaklarına yatırım ve devletin sağladığı teşviklerin artırılması sağlanmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarında büyük sorun teşkil eden depolama faktörünün çözülmesi gerekmektedir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarında maliyetlerin de optimize edilmesi için çalışmalar yürütülmelidir.

Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji Enstitüsü Faaliyetleri:

- Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili bilgilendirme çalışmaları,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına sağlanan devlet teşvikleri,
- Yenilenebilir enerji politikası geliştirme,
- Yenilenebilir enerjide büyük sorun teşkil eden depolama ile ilgili yurtdışı ile entegre çalışarak sorunun çözümü ile ilgili alternatifler geliştirmek,
- Enerji verimliliği ile ilgili çalışmaların yürütülmesi,
- Üniversite, Sivil Toplum Kuruluşları, sektör ve devletin diğer kademeleri ile iş birliği yaparak yenilenebilir enerji kaynaklarının toplum içerisinde kabul görmesini sağlamak,
- Yerli ve milli üretime teşvik için uygun yönergeler oluşturmak.

Özel sektörün de bu alanda yapacağı yatırımlara faizli kredi, vergi muafiyeti vb. uygulamaları getirerek yenilenebilir enerji kaynaklarına teşvikin artacağına inanıyorum

KAYNAKLAR

- Akçay, M.** (2019). *AHP-TOPSIS Hibrit Yöntemi ile Türkiye'de Güneş enerjisi santrali için yer seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Akdoğan, D. A.** (2018). *Yenilenebilir enerjide kamu politikaları ve Türkiye*. (Yayımlanmış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Akman, K.** (2019). *Çok Ölçütlü Karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS ile araba seçimi* (Yüksek Lisans Tezi) Necmettin Erbakan Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akova, İ.** (2008). *Yenilenebilir enerji kaynakları: Teknik Bilimler Dizisi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Ataman, A. R.** (2007). *Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ayrancı, E.** (2011). *TR42 Doğu Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu*. MARKA Kalkınma Ajansı, Kocaeli.
- Bartık, A.** (2018). *Türkiye'nin enerji ihtiyacını ve bu ihtiyacın giderilmesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kafkas Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kars.
- Bilgiç, M.** (2015). *Salavatlı (Aydın) jeotermal alanının hidrojen, kimyasal ve jeotermal enerji potansiyelinin değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çelikkilek, Y. ve Tüysüz, F.** (2016). *An integrated grey based multi-criteria decision making approach for the evaluation of renewable energy sources*. Energy, 115:1246–1258.
- Çepik, B.** (2015). *Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde Türkiye'de yenilenebilir enerji politikaları*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Maltepe Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İstanbul.

- Deniz, S.** (2018). *Türkiye’de yenilenebilir enerji potansiyeli ve politikalarının sürdürülebilir kalkınma açısından değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Doğan, S.** (2019). *Yenilenebilir enerji kaynakları açısından jeotermal enerji ve istihdam yaratma potansiyelinin değerlendirmesi: Aydın ili örneği*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Etemoğlu, A. B. İşman, M. K. ve Can, M.** (2006). Bursa ve çevresinde jeotermal enerjinin kullanılabilirliğinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 11(1), 55-64.
- Evli, S.** (2018). *Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji kaynakları*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma İktisadi Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Evran, U. ve Evran, B.** (2018). *The importance Of geothermal energy* (Birinci baskı). İzmir: Printer Ofset Yayıncılık.
- Forman, E. H. ve Gass, S. I.** (2014). *The Analytic Hierarchy Process—An Exposition*. Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS), 49(4):469-486.
- Gedik, Ö. T.** (2015). *Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları ve çevresel etkileri*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gürsoy, U.** (2004). *Enerjide toplumsal maliyet ve temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları*. Ankara: Türk Tabipleri Birliği Yayınları.
- İllez, B.** (2018). Türkiye’nin enerji görünümü 2018.TMMOB Oda Raporu MMO/691, Ankara: TMMOB, 391-420.
- Karagüç, B.** (2013). *Balıkesir ilinde jeotermal enerji potansiyeli ve ekonomik etkileri*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.

- Karalı Ş.** (2017). *Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye ve Dünya ekonomisine katkısı*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Bahçeşehir Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kaya, T. O.** (2018). *Sürdürülebilirlik kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve önemi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Aksaray Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Aksaray.
- Kazibudzki, P. T.** (2013). *On Some Discoveries in the Field of Scientific Methods for Management within the Concept of Analytic Hierarchy Process*. International Journal of Business and Management, 8(8):22-30.
- Kocakuşak, R.** (2018). *Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin, Türkiye'deki önemi ve GES kurulum araştırması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) T.C. Maltepe Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Mahmoodzadeh, S. Shahrabi, J. Pariazar, M, Zaeri M. S.** (2007). *Project Selection by Using Fuzzy AHP and Topsis Technique International*, Journal of Human and Social Sciences 1;3 pp.135-140.
- Mahmutoğlu, M.** (2013). *Türkiye elektrik sektöründe yenilenebilir enerjinin rolü*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversite Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Özcan, E. C. Ünlüsoy, S. ve Eren, T.** (2017). *ANP ve TOPSIS Yöntemleriyle Türkiye'de Yenilenebilir Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi* Selçuk Üniversitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(2):204-219.
- Özkaya M. G. Variyenli, H. İ. ve Uçar, S.** (2008). *Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretimi ve Kayseri ili için çevresel etkilerinin değerlendirilmesi*. Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi,29(1), 1-20.
- Öztürk, H. H.** (2013). *Yenilenebilir enerji kaynakları*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Saaty, T.** (1990). *How to make a decision: The analytic hierarchy process*. European Journal of Operational Research, 48(1):9-26.
- Saaty, T. L.** (2008). *Decision making with the analytic hierarchy process*. Int. J. Services Sciences , 1(1):83-98.
- Supçiler, A. Çapraz, O.** (2011). *AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması*. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi 13(1):22.

Şeker, V. (2010). *Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının ANP ile modellenmesi ve analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Toklu, E. (2017). “*Biomass Energy Potential and Utilization in Turkey*”, Renewable Energy, 107, 235-244.

Ural, E. (2014). *Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları*, Ankara: Türkiye Çevre

Yılmaz, Ş. (2018). *Türkiye'nin enerji görünümü*. TMMOB Oda Raporu MMO/691, Ankara: TMMOB, 310-330.

Yılmaz, Ö. (2016). *Enerji ekonomi politikasında yenilenebilir enerjinin değişim rolü ve Türkiye açısından önemi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Yurdakul, M. ve İç, Y. T. (2001). *Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü ve Analizine Yönelik TOPSIS Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma*. Gazi Üni. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 18, No 1, 1-18.

Yücel, M. ve Ulutaş, A. (2009). *Çok Kriterli Karar Yöntemlerinden Electre Yöntemiyle Malatya'da Bir Kargo Firması İçin Yer Seçimi*, Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi 9.17: 327-344.

URL-1 www.tp.gov.tr (Erişim Tarihi: 18.05.2021).

URL-2 www.teias.gov.tr (Erişim Tarihi: 18.05.2021).

URL-3 www.tskb.com.tr (Erişim Tarihi: 21.05.2021).

URL-4 enerjiatlas.com (Erişim Tarihi: 24.05.2021).

URL-5 www.yegm.gov.tr/MyCalculator/ (Erişim Tarihi: 28.05.2021).

URL-6 enerji.gov.tr/sectorel-dokumanlar (Erişim Tarihi: 18.05.2021).

URL-7 www.enerji.gov.tr/ (Erişim Tarihi: 01.06.2021).

URL-8 dsi.gov.tr (Erişim Tarihi: 14.06.2021).

URL-9 maden.org (Erişim Tarihi: 18.06.2021).

URL-10 <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita> (Erişim Tarihi: 24.07.2021).

URL-11 enerji.gov.tr/biyokutle (Erişim Tarihi: 23.08.2021).

URL-12 http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi.aspx (Erişim Tarihi: 07.09.2021).

URL-13 bepa.enerji.gov.tr (Erişim Tarihi: 01.10.2021).

URL-14 www.pwc.com.tr/pwc-turkey-sektorel-dergi (Erişim Tarihi: 10.10.2021).

URL-15 teias.gov.tr/uretim-iletim-istatistikleri (Erişim Tarihi: 25.10.2021).

URL-16 dergipark.org.tr (Erişim Tarihi: 18.11.2021).

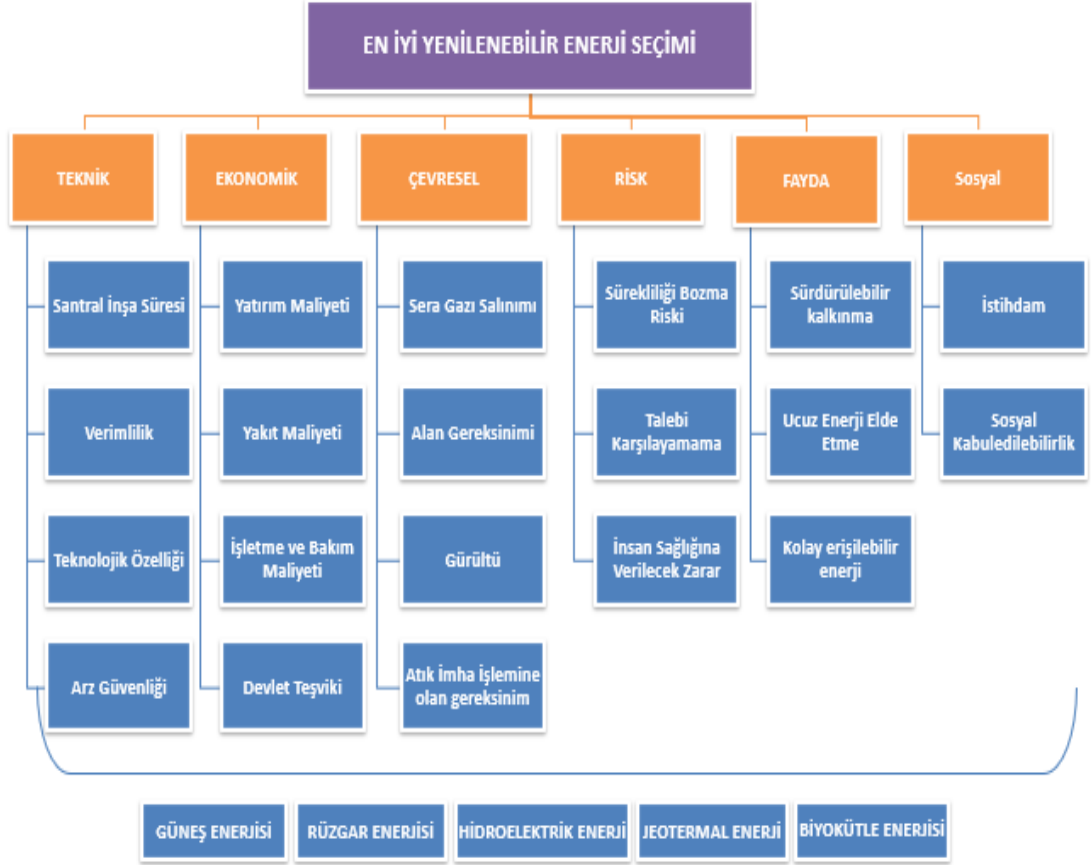
URL-13 acikogretim.istanbul.edu.tr (Erişim Tarihi: 22.11.2021).

URL-14 <https://forms.gle/mLayfeUv89MKixY76> (Erişim Tarihi: 26.12.2021).



EKLER

EK A: AHP Anket Soruları ve Uygulaması



Şekil A.1. Karar Ağacı

Tablo A.1. Ana Kriterlerin AHP Soruları

Kriter	Kesinlikle önemli	Çok önemli	Esasen önemli	Önem derecesi zayıf	Eşit derecede önemli	Önem derecesi zayıf	Esasen önemli	Çok önemli	Kesinlikle önemli	Kriter
Teknik										Ekonomik
Teknik										Çevresel
Teknik										Risk
Teknik										Fayda
Teknik										Sosyal
Ekonomik										Çevresel
Ekonomik										Risk
Ekonomik										Fayda
Ekonomik										Sosyal
Çevresel										Risk
Çevresel										Fayda
Çevresel										Sosyal
Risk										Fayda
Risk										Sosyal
Fayda										Sosyal

Tablo A.2. AHP Soruları 1

TEKNİK		Bir alt kriterlerin karar verici tarafından diğer kritere göre önem (veya tercih) dereceleri								
Kriter	Kesinlikle önemli	Çok önemli	Esasen önemli	Önem derecesi zayıf	Eşit derecede önemli	Önem derecesi zayıf	Esasen önemli	Çok önemli	Kesinlikle önemli	Kriter
Santral İnşa Süresi										Verimlilik
Santral İnşa Süresi										Teknolojik Özellik
Santral İnşa Süresi										Arz Güvenliği
Verimlilik										Teknolojik Özellik
Verimlilik										Arz Güvenliği
Teknolojik Özellik										Arz Güvenliği

Tablo A.3. AHP Soruları 2

Ekonomik		Bir alt kriterlerin karar verici tarafından diğer kritere göre önem (veya tercih) dereceleri								
Kriter	Kesinlikle önemli	Çok önemli	Esasen önemli	Önem derecesi zayıf	Eşit derecede önemli	Önem derecesi zayıf	Esasen önemli	Çok önemli	Kesinlikle önemli	Kriter
Yatırım Maliyeti										Yakıt Maliyeti
Yatırım Maliyeti										İşletme ve Bakım Maliyeti
Yatırım Maliyeti										Devlet Teşviki
Yakıt Maliyeti										İşletme ve Bakım Maliyeti
Yakıt Maliyeti										Devlet Teşviki
İşletme ve Bakım Maliyeti										Devlet Teşviki

Tablo A.4. AHP Soruları 3

Çevresel		Bir alt kriterlerin karar verici tarafından diğer kritere göre önem (veya tercih) dereceleri								
Kriter	Kesinlikle önemli	Çok önemli	Esasen önemli	Önem derecesi zayıf	Eşit derecede önemli	Önem derecesi zayıf	Esasen önemli	Çok önemli	Kesinlikle önemli	Kriter
Sera Gazı Emisyonları										Alan Gereksinimi
Sera Gazı Emisyonları										Gürültü
Sera Gazı Emisyonları										Atık İmha İşlemine Olan Gereksinim
Alan Gereksinimi										Gürültü
Alan Gereksinimi										Atık İmha İşlemine Olan Gereksinim
Gürültü										Atık İmha İşlemine Olan Gereksinim

Cevaplanmış AHP soruları aşağıda yer almaktadır.

Tablo A.5. AHP Cevapları

Kriter	Keskinlikle önemli	Çok önemli	Esasen önemli	Önem derecesi zayıf	Eşit derecede önemli	Önem derecesi zayıf	Esasen önemli	Çok önemli	Keskinlikle önemli	Kriter
Teknik								X		Ekonomik
Teknik					X					Çevresel
Teknik									X	Risk
Teknik		X								Fayda
Teknik			X							Sosyal
Ekonomik	X									Çevresel
Ekonomik		X								Risk
Ekonomik	X									Fayda
Ekonomik	X									Sosyal
Çevresel							X			Risk
Çevresel					X					Fayda
Çevresel			X							Sosyal
Risk					X					Fayda
Risk		X								Sosyal
Fayda					X					Sosyal

Tablo A.6. AHP Cevapları

Kriter	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kriter
Teknik								7		Ekonomik
Teknik					1					Çevresel
Teknik									9	Risk
Teknik								7		Fayda
Teknik		7								Sosyal
Ekonomik	9									Çevresel
Ekonomik		7								Risk
Ekonomik	9									Fayda
Ekonomik	9									Sosyal
Çevresel							5			Risk
Çevresel					1					Fayda
Çevresel			5							Sosyal
Risk					1					Fayda
Risk		7								Sosyal
Fayda					1					Sosyal

Tablo A.7. AHP Cevapları

Kriter	Bir alt kriterlerin karar verici tarafından diğer kritere göre önem (veya tercih) dereceleri									Kriter
	Keskinlikle önemli	Çok önemli	Esasen önemli	Önem derecesi zayıf	Eşit derecede önemli	Önem derecesi zayıf	Esasen önemli	Çok önemli	Keskinlikle önemli	
Santral İnşa Süresi			x							Verimlilik
Santral İnşa Süresi		x								Teknolojik Özellik
Santral İnşa Süresi						x				Arz Güvenliği
Verimlilik	x									Teknolojik Özellik
Verimlilik								x		Arz Güvenliği
Teknolojik Özellik									x	Arz Güvenliği

Tablo A.8. AHP Cevapları

Ekonomik	Bir alt kriterlerin karar verici tarafından diğer kritere göre önem (veya tercih) dereceleri										
	Kriter	Keskinlikle önemli	Çok önemli	Esasen önemli	Önem derecesi zayıf	Eşit derecede önemli	Önem derecesi zayıf	Esasen önemli	Çok önemli	Keskinlikle önemli	Kriter
Yatırım Maliyeti	X										Yakıt Maliyeti
Yatırım Maliyeti		X									İşletme ve Bakım Maliyeti
Yatırım Maliyeti										X	Devlet Teşviki
Yakıt Maliyeti								X			İşletme ve Bakım Maliyeti
Yakıt Maliyeti										X	Devlet Teşviki
İşletme ve Bakım Maliyeti										X	Devlet Teşviki

Tablo A.9. Enerji Karşılaştırılması

Sera Gazı Salınımı

Kriter	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kriter
Güneş Enerji								7		Rüzgar Enerjisi
Güneş Enerji		7								Hidroelektrik Enerji
Güneş Enerji	9									Jeotermal Enerji
Güneş Enerji									9	Biyokütle Enerji
Rüzgar Enerji		7								Hidroelektrik Enerji
Rüzgar Enerji			5							Jeotermal Enerji
Rüzgar Enerji		7								Biyokütle Enerji
Hidroelektrik Enerji			5							Jeotermal Enerji
Hidroelektrik Enerji					1					Biyokütle Enerji
Jeotermal Enerji							5			Biyokütle Enerji

Tablo A.10. Enerji Karşılaştırılması

Talebi Karşılama

Kriter	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kriter
Güneş Enerji					1					Rüzgar Enerjisi
Güneş Enerji							5			Hidroelektrik Enerji
Güneş Enerji									9	Jeotermal Enerji
Güneş Enerji									9	Biyokütle Enerji
Rüzgar Enerji							5			Hidroelektrik Enerji
Rüzgar Enerji								7		Jeotermal Enerji
Rüzgar Enerji									9	Biyokütle Enerji
Hidroelektrik Enerji						3				Jeotermal Enerji
Hidroelektrik Enerji				3						Biyokütle Enerji
Jeotermal Enerji					1					Biyokütle Enerji

Tablo A.11. Enerji Karşılaştırılması

Sürdürülebilir Kalkınma

Kriter	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Kriter
Güneş Enerji					1					Rüzgar Enerjisi
Güneş Enerji							5			Hidroelektrik Enerji
Güneş Enerji					1					Jeotermal Enerji
Güneş Enerji								7		Biyokütle Enerji
Rüzgar Enerji				3						Hidroelektrik Enerji
Rüzgar Enerji									9	Jeotermal Enerji
Rüzgar Enerji						3				Biyokütle Enerji
Hidroelektrik Enerji							5			Jeotermal Enerji
Hidroelektrik Enerji								7		Biyokütle Enerji
Jeotermal Enerji					1					Biyokütle Enerji

EK B: SPSS Verileri

	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	Yas	Numeric	8	2	Yas(yil)	{1,00, 20-29}...	None	8	Center	Scale	Input
2	Cinsiyet	Numeric	8	2	Cinsiyet	{1,00, Erkek}...	None	8	Center	Nominal	Input
3	Yasadiginiz_il	Numeric	8	2	il	{0,00, Istanbul}...	None	8	Right	Nominal	Input
4	Kurum_ad	Numeric	8	2	Kuruluş adı	{1,00, Özel Sektör}...	None	8	Center	Nominal	Input
5	Meslek	Numeric	8	2	Mesleğiniz	{0,00, Elektrik-Elektronik Mühendisi}...	None	7	Right	Nominal	Input
6	Hangi_sektor	Numeric	8	2	Hangi sektörde...	{0,00, Güneş Enerjisi}...	None	12	Right	Scale	Input
7	GE_sektoru	Numeric	8	2	Güneş Enerji S...	{0,00, Hayır}...	None	8	Right	Scale	Input
8	RE_sektoru	Numeric	8	2	Rüzgar Enerji S...	{0,00, Hayır}...	None	8	Right	Scale	Input
9	HE_sektoru	Numeric	8	2	Hidroelektrik E...	{0,00, Hayır}...	None	8	Right	Scale	Input
10	JE_sektoru	Numeric	8	2	Jeotermal Enerji...	{0,00, Hayır}...	None	8	Right	Scale	Input
11	BE_sektoru	Numeric	8	2	Biyokütle Enerji...	{0,00, Hayır}...	None	8	Right	Scale	Input
12	InvEn_sekt...	Numeric	8	2	İnşaat ve Enerji...	{0,00, Hayır}...	None	8	Right	Scale	Input
13	Sektor_Den...	Numeric	8	2	Sektördeki de...	{1,00, 1-5 yıl}...	None	8	Center	Scale	Input
14	Soru1Anakri...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
15	Soru2Anakri...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
16	Soru3Anakri...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	6	Center	Scale	Input
17	Soru4Anakri...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
18	Soru5Anakri...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
19	Soru6Anakri...	Numeric	7	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
20	Soru7Anakri...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
21	Soru8Anakri...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
22	Soru9Anakri...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
23	Soru10Anak...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
24	Soru11Anak...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
25	Soru12Anak...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input

26	Soru13Anak...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
27	Soru14Anak...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
28	Soru15Anak...	Numeric	8	2	Enerji seçimind...	{0,00, kesinlikle katılmıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
29	Soru17GE	Numeric	8	2	Üretilen enerjini...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
30	Soru18GE	Numeric	8	2	Karbon salınımı...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
31	Soru19GE	Numeric	8	2	Enerji verimliliği...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
32	Soru20GE	Numeric	8	2	Çevreye kirliliği...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
33	Soru21GE	Numeric	8	2	Güneş enerji si...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
34	Soru22GE	Numeric	8	2	Teknolojinin gel...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
35	Soru23GE	Numeric	8	2	Tüm maliyetler ...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
36	Soru24RE	Numeric	8	2	Üretilen enerjini...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
37	Soru25RE	Numeric	8	2	Karbon salınımı...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
38	Soru26RE	Numeric	8	2	Enerji verimliliği...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
39	Soru27RE	Numeric	8	2	Çevreye kirliliği...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
40	Soru28RE	Numeric	8	2	Rüzgâr enerji si...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
41	Soru30RE	Numeric	8	2	Teknolojinin gel...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
42	Soru31RE	Numeric	8	2	Tüm maliyetler ...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
43	Soru32JE	Numeric	8	2	Üretilen enerjini...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
44	Soru33JE	Numeric	8	2	Karbon salınımı...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
45	Soru34JE	Numeric	8	2	Enerji verimliliği...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
46	Soru35JE	Numeric	8	2	Çevreye kirliliği...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
47	Soru36JE	Numeric	8	2	Jeotermal enerji...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
48	Soru37JE	Numeric	8	2	Teknolojinin gel...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
49	Soru38JE	Numeric	8	2	Tüm maliyetler ...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input

50	Soru39HE	Numeric	8	2	Üretilen enerjini...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
51	Soru40HE	Numeric	8	2	Karbon salınımı...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
52	Soru41HE	Numeric	8	2	Enerji verimliliği...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
53	Soru42HE	Numeric	8	2	Çevreye kirliliği...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
54	Soru43HE	Numeric	8	2	Hidroelektrik en...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
55	Soru44HE	Numeric	8	2	Teknolojinin gel...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
56	Soru45HE	Numeric	8	2	Tüm maliyetler ...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
57	Soru46BE	Numeric	8	2	Üretilen enerjini...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
58	Soru47BE	Numeric	8	2	Karbon salınımı...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
59	Soru48BE	Numeric	8	2	Enerji verimliliği...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
60	Soru49BE	Numeric	8	2	Çevreye kirliliği...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
61	Soru50BE	Numeric	8	2	Biyokütle enerji...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
62	Soru51BE	Numeric	8	2	Teknolojinin gel...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
63	Soru52BE	Numeric	8	2	Tüm maliyetler ...	{0,00, Katılıyorum}...	None	8	Center	Scale	Input
64	Soru53Genel	Numeric	8	2	Yenilenebilir en...	{0,00, Depolama}...	None	10	Center	Scale	Input
65	Soru54Genel	Numeric	8	2	Enerjiyi rüzgâr t...	{0,00, Maliyetin Azalması}...	None	10	Center	Scale	Input
66	Soru55Genel	Numeric	8	2	Beş yıl içinde, ...	{0,00, Rüzgar Enerjisi}...	None	8	Center	Scale	Input
67	Soru56Genel	Numeric	8	2	Hangi yenilene...	{0,00, Rüzgar Enerjisi}...	None	10	Center	Scale	Input
68	Soru57Genel	Numeric	8	2	Türkiye'de güne...	{0,00, YE olan güvensizlik}...	None	9	Center	Scale	Input
69	Soru58Genel	Numeric	8	2	Gelecekte en ç...	{0,00, Rüzgar Enerjisi}...	None	8	Center	Scale	Input
70	Soru59Genel	Numeric	8	2	Yeni enerji tekn...	{0,00, Depolama}...	None	8	Center	Scale	Input

	Yas	Cinsiyet	Yasadigim...	Kurum_ad	Meslek	Hangi_sektor	GE_sektoru	RE_sektoru	HE_sektoru	JE_sektoru	BE_sektoru	İnveEn_sektoru
1	36-45	Erkek	İstanbul	Özel Sektör	Makina Mühendisi	Güneş + rüzgar + Biyokütle	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Evet	Hayır
2	20-29	Erkek	Kocaeli	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	Rüzgar Enerji	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
3	30-35	Erkek	Ankara	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	Güneş Enerjisi	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
4	36-45	Erkek	Gaziantep	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	Güneş Enerjisi	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
5	30-35	Erkek	Gaziantep	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	Güneş + Rüzgar	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
6	20-29	Erkek	Şanlıurfa	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	Güneş + Rüzgar	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
7	20-29	Erkek	İstanbul	Özel Sektör	Enerji Uzmanı	Güneş + Rüzgar	Evet	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır
8	36-45	Erkek	Ankara	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	İnşaat ve Enerji Verimliliği	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Evet
9	20-29	Kadın	Kayseri	Özel Sektör	Endüstri Mühendisi	İnşaat ve Enerji Verimliliği	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Evet
10	30-35	Kadın	İzmir	Özel Sektör	Enerji Mühendisi	Güneş + Rüzgar	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
11	30-35	Erkek	İstanbul	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	Güneş + Hidroelektrik	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır
12	20-29	Kadın	Ankara	Özel Sektör	Enerji Uzmanı	Güneş + Rüzgar	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
13	20-29	Kadın	Kayseri	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	Güneş + Rüzgar	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
14	20-29	Kadın	İstanbul	Özel Sektör	Enerji Uzmanı	Rüzgar Enerji	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
15	30-35	Erkek	İstanbul	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	Rüzgar Enerji	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
16	30-35	Erkek	İstanbul	Devlet	Enerji Uzmanı	Güneş + Rüzgar	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
17	30-35	Erkek	İstanbul	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	Güneş + Rüzgar	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
18	30-35	Erkek	Kayseri	Özel Sektör	Enerji Uzmanı	Biyokütle Enerjisi	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Evet	Hayır
19	20-29	Erkek	Kocaeli	Özel Sektör	Elektrik-Elektronik Mühendisi	Güneş + Rüzgar	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
20	30-35	Erkek	İstanbul	Özel Sektör	Enerji Uzmanı	Hidroelektrik Enerji	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır
21	30-35	Kadın	İzmir	Özel Sektör	Enerji Uzmanı	Rüzgar Enerji	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
22	20-29	Erkek	İstanbul	Özel Sektör	Makina Mühendisi	Jeotermal Enerji	Hayır	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Hayır

Sektör_Dene yim	Soru1Anakriter	Soru2Anakriter	Soru3Anakriter	Soru4Anakriter	Soru5Anakriter	Soru6Anakriter	Soru7Anakriter
5-10 yıl	katılıyorum	kararsızım	katılmıyorum	katılmıyorum	katılmıyorum	biraz katılmıyorum	katılmıyorum
5-10 yıl	kesinlikle katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum...	kesinlikle katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	kararsızım	kesinlikle katılmıyorum	kararsızım
5-10 yıl	biraz katılıyorum	katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	biraz katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum
1-5 yıl	biraz katılıyorum	katılmıyorum	biraz katılmıyorum	katılıyorum	biraz katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	kararsızım
1-5 yıl	katılıyorum	katılmıyorum	kararsızım	katılmıyorum	kararsızım	katılmıyorum	biraz katılmıyorum
5-10 yıl	katılıyorum	kararsızım	kararsızım	katılmıyorum	katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	katılmıyorum
1-5 yıl	biraz katılıyorum	kararsızım	biraz katılmıyorum	kararsızım	katılmıyorum	katılmıyorum	katılmıyorum
10 yıl ve üstü	biraz katılıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum
1-5 yıl	kararsızım	biraz katılmıyorum	kararsızım	kararsızım	kesinlikle katılıyorum	katılmıyorum	katılıyorum
1-5 yıl	biraz katılıyorum	kararsızım	kararsızım	katılmıyorum	katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	katılmıyorum
1-5 yıl	biraz katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	katılıyorum	kararsızım	biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum
1-5 yıl	kararsızım	biraz katılmıyorum	katılmıyorum	katılmıyorum	kararsızım	kesinlikle katılmıyorum	katılıyorum
1-5 yıl	katılıyorum	kararsızım	katılmıyorum	katılmıyorum	kararsızım	katılmıyorum	biraz katılmıyorum
5-10 yıl	kesinlikle katılıyorum	biraz katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	kararsızım	biraz katılıyorum	biraz katılmıyorum	kesinlikle katılıyorum
5-10 yıl	biraz katılıyorum	kararsızım	kararsızım	katılmıyorum	katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	katılmıyorum
5-10 yıl	biraz katılıyorum	kararsızım	katılıyorum	katılmıyorum	katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	kararsızım
1-5 yıl	kararsızım	katılıyorum	kararsızım	kararsızım	kararsızım	biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum
1-5 yıl	katılmıyorum	katılmıyorum	katılıyorum	katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	kararsızım
5-10 yıl	katılmıyorum	katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum
1-5 yıl	biraz katılıyorum	kararsızım	katılıyorum	biraz katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kararsızım	katılıyorum
1-5 yıl	kararsızım	katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum
1-5 yıl	katılıyorum	katılmıyorum	biraz katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	kararsızım	biraz katılmıyorum	katılıyorum
10 yıl ve üstü	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	kararsızım	kesinlikle katılmıyorum	kararsızım

Soru8Anakriter	Soru9Anakriter	Soru10Anakriter	Soru11Anakriter	Soru12Anakriter	Soru13Anakriter	Soru14Anakriter	Soru15Anakriter
katılmıyorum	biraz katılmıyorum	katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	kararsızım	katılıyorum
kesinlikle katılmıyorum	katılıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	katılmıyorum	kararsızım	katılıyorum
kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum
kararsızım	katılmıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum	biraz katılıyorum
katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	kararsızım	biraz katılıyorum
biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	kararsızım	biraz katılıyorum
katılmıyorum	kesinlikle katılmıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum	biraz katılıyorum
biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılıyorum
kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	katılıyorum	kesinlikle katılmıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum
biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	katılıyorum	biraz katılıyorum
biraz katılmıyorum	katılmıyorum	kesinlikle katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	kesinlikle katılıyorum	kararsızım	katılıyorum
katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum	kararsızım
biraz katılmıyorum	biraz katılmıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	katılıyorum	biraz katılıyorum
kesinlikle katılmıyorum	biraz katılmıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum
kesinlikle katılmıyorum	kesinlikle katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	katılıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum
biraz katılmıyorum	biraz katılıyorum	kararsızım	katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum	biraz katılıyorum
katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	katılıyorum	katılmıyorum	kararsızım	biraz katılıyorum
kararsızım	biraz katılıyorum	katılmıyorum	kararsızım	katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum	katılıyorum
biraz katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	kararsızım	kararsızım	katılıyorum	katılıyorum
katılıyorum	biraz katılıyorum	katılıyorum	kararsızım	katılıyorum	katılıyorum	biraz katılıyorum	biraz katılıyorum
kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kesinlikle katılıyorum	kararsızım	kesinlikle katılıyorum	kararsızım	kararsızım	kesinlikle katılıyorum

EK C: Google Form SPSS Anket Formu

Adınız- Soyadınız *

Kısa yanıt metni

Yaşınız *

Kısa yanıt metni

Cinsiyet *

Erkek

Kadın

Yaşadığınız il *

Kısa yanıt metni

Çalıştığınız Kurum *

Özel sektör

Devlet

Kendi işim

E-posta *

Kısa yanıt metni

Mesleğiniz *

Kısa yanıt metni

Hangi enerji sektöründe çalışıyorsunuz? *

- Güneş Enerjisi
- Rüzgar Enerjisi
- Hidroelektrik Enerji
- Jeotermal Enerji
- Biyokütle Enerjisi
- Diğer...

Ne zamandır bu sektörde çalışıyorsunuz? *

- 1-5 yıl
- 5-10 yıl
- 10 yıl ve üstü

Enerji seçiminde Teknik kriterler Ekonomik kriterlere göre daha önemlidir. *

- 0 1 2 3 4 5 6
-

Enerji seçiminde Teknik kriterler Çevresel kriterlere göre daha önemlidir. *

- 0 1 2 3 4 5 6
-

Enerji seçiminde Teknik kriterler risk kriterlerine göre daha önemlidir. *

- 0 1 2 3 4 5 6
-

Enerji seçiminde Teknik kriterler Fayda kriterlerine göre daha önemlidir. *

0 1 2 3 4 5 6

Enerji seçiminde Teknik kriterler sosyal kriterlere göre daha önemlidir. *

0 1 2 3 4 5 6

Enerji seçiminde Ekonomik kriterler çevresel kriterlere göre daha önemlidir. *

0 1 2 3 4 5 6

Üretilen enerjinin güvenilir ve kaliteli olması (Arz Güvenliği) bakımından güneş enerjisinin daha iyi olduğuna inanıyorum. *

- Katılıyorum
- Katılmıyorum

Karbon salınımı bakımından güneş enerji sistemlerinin en iyi sonuç verdiğini düşünüyorum. *

- Katılıyorum
- Katılmıyorum

Enerji verimliliği açısından güneş enerji sistemlerinin verimli olduğunu düşünmüyorum. *

- Katılıyorum
- Katılmıyorum

Çevreye kirliliğini oluşturması bakımından güneş enerjisi diğer enerji türlerine göre daha az çevreyi kirlettiğine inanıyorum. *

- Katılıyorum
- Katılmıyorum

Güneş enerji sistemlerinin uzun süre kullanılabilirliğini düşünüyorum. *

- Katılıyorum
- Katılmıyorum

Teknolojinin gelişmesiyle enerji depolanmasında güneş enerji sistemlerinin gelecekte öneminin artacağına inanıyorum *

- Katılıyorum
- Katılmıyorum

Tüm maliyetler göz önüne alındığında güneş enerjisinin diğer enerji türlerine göre daha avantajlı olduğunu düşünüyorum. *

- Katılıyorum
- Katılmıyorum

Enerjiyi rüzgâr türbini üretiminden elde ediyor olsaydınız, aşağıdakilerden hangisi en iyi avantaj olurdu? *

- Maliyetin azalması
- Enerji güvenliği
- Çevresel sorumluluk
- Talebi karşılama
- Diğer...

Beş yıl içinde, Türkiye, büyük olasılıkla en çok hangi yenilenebilir enerjiye yatırım yapacak? *

- Rüzgâr enerjisi
- Güneş enerjisi
- Hidroelektrik
- Biyokütle
- Jeotermal

Hangi yenilenebilir enerjinin 2030 yılına kadar dünya genelinde başarıyla uygulanacak en geniş kapsama sahip olacağını düşünüyorsunuz? *

- Rüzgâr enerjisi
- Güneş enerjisi
- Hidroelektrik
- Biyokütle
- Jeotermal

Türkiye'de güneş enerjisi panellerinin kurulumundaki en büyük engel hangisidir? *

- Yenilenebilir enerjiye olan güvensizlik
- Yapılan güncellemelere olan dikkat eksikliği
- Bilgi eksikliği
- Kurulumda yaşanan zorluklar
- Maliyetler

Gelecekte en çok gelişmekte olan enerji türünün hangisi olacağını düşünüyorsunuz? *

- Rüzgâr enerjisi
- Güneş enerjisi
- Hidroelektrik
- Biyokütle
- Jeotermal

Yeni enerji teknolojileri denilince birçok konu sayabiliyoruz. Bu teknolojilerden bazılarını arama motoruna yazdık. Sizce içlerinden hangisi son 12 ay içinde en çok aranmış teknoloji olabilir? *

- Depolama
- Blockchain
- Nesnelerin interneti
- Yapay zekâ

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Kemal TEPRET

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans : 2019, Haliç Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Sertifika. Diksiyon Kursu, Nitelikli BT Uzmanı eğitim Programı (680 saat), 761-Transact-SQL ile Veri Sorgulama, Geleneksel Girişimcilik Eğitimi Sertifikası, İşe alım süreci, Kriz yönetimi.

Temel Yetkinlikler: Araştırma ve Analiz, Raporlama, Önceliklendirme ve Planlama, Kendinden Emin, İletişim, Çoklu Görev, Ekip Çalışması, Adapte olabilirlik, Zaman Yönetimi.

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

Üretim Mühendisi, Tam Zamanlı, Kartal Halı ve Tekstil

- Halının iplikten dokuma bölümüne gelene kadar olan proseslerin takibi ve yönlendirilmesini sağlamak.
- Müşteri siparişlerine göre İplik üretim bölümünü bilgilendirerek ipliğin zamanında gerekli birime iletilmesini sağlamak.

Üretim Planlama Mühendisi, Tam Zamanlı, Busem Dış. Tic. İth. İhr.

- Ürün, Müşteri termin sürelerini planlamak ve zamanında gerçekleşmesini sağlamak.
- Atölye kapasite belirleme çalışmaları ve üretim süreçlerini takip ederek verimliliği artırmak.
- Üretime çıkacak modelin ön çalışmasını yaptırmak, üretim dosyası hazırlamak.
- Atölye bant /üretim yerini inceleyerek düşük performanslı açan etkenleri optimize etmek.
- Gelen siparişlere göre satın alınacak aksesuarları ve kumaşı sisteme girme ve girişleri ilgili satın alma departmanına bilgi vermek.