



Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye’de Yaygın Kullanımını Engellenen Faktörlerin Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ve Kalite Evi ile Analiz Edilmesi

Analysis of the Factors Hindering the Widespread Use of Renewable Energy Resources in Turkey Using Multi Criteria Decision Making Techniques and House of Quality

Mehmet Ali Ilgın¹ , Elifnur Alkan¹ 

¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 45140, Manisa, TÜRKİYE

Başvuru/Received: 11/10/2018

Kabul / Accepted: 20/08/2019

Çevrimiçi Basım / Published Online: 27/09/2019

Son Versiyon/Final Version: 31/01/2020

Öz

Türkiye, yenilenebilir enerji üretimi için yüksek bir potansiyele sahiptir. Buna karşın, Türkiye'nin enerji ihtiyacının önemli bir kısmı yenilenemeyen enerji kaynakları kullanılarak karşılanmaktadır. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’de yaygın kullanımını engelleyen faktörler analiz edilmiştir. İlk olarak, literatür taraması ve anket yoluyla faktörler belirlenmiştir. Daha sonra DEMATEL ve analitik ağ süreci çok kriterli karar verme yöntemleri ile faktörlerin önem düzeyleri belirlenmiştir. Son olarak, Kalite Evi kullanılarak faktörlerin etkilerini azaltacak çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler

"Yenilenebilir Enerji, Çok Kriterli Karar Verme, Kalite Evi"

Abstract

Turkey has a great potential for the production of renewable energy. However, a substantial portion of Turkey's energy needs is fulfilled by using non-renewable energy sources. The factors hindering the widespread use of renewable energy sources in Turkey are analyzed in this study. First, the factors are determined through literature review and a survey. Next, the importance levels of the factors are determined using DEMATEL and Analytical Network Process multi criteria decision making methods. Finally, alternative solutions which lessen the impact of the factors are presented using house of quality.

Key Words

"Renewable Energy, Multi Criteria Decision Making, House of Quality"

1. Giriş

Gelişen teknoloji ve artan dünya nüfusu ile birlikte enerji talebi de artış göstermektedir. Günümüzde enerji talebinin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtlar, yüksek oranda karbon içeren kömür, petrol, doğalgaz gibi enerji kaynaklarıdır. Dünya fosil yakıt üretiminin kısa süre içinde en yüksek seviyeye ulaşacağı ancak ilerleyen zamanda azalacağı ve rezervlerin tükeneceği araştırmalar sonucu ortaya konmuştur (Veziroğlu ve Şahin, 2008).

Fosil yakıtlardaki üretim ve ihtiyaç dengesizliği ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Sanayileşmiş ülkelerde fosil kaynakların yerine yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımı etkin bir şekilde hayata geçirilmeye başlanmıştır. Biyokütle, hidrolik, güneş, rüzgar ve jeotermal gibi başlıca yenilenebilir enerji kaynakları için politikalar geliştirilmekte, mevcut kapasitenin artırılmasını sağlamak için devletler tarafından çeşitli teşvikler verilmektedir (Carley, 2009).

Türkiye’de ise, 2014 verilerine göre hidrolik dışındaki yenilenebilir enerji kaynaklarının (rüzgar, biyokütle, güneş ve jeotermal) toplam kurulu güç içerisindeki payı %4,33’tür (Onat, 2018). Bu oran 2015 ve 2016 yıllarında düşük miktarlarda artış göstererek 2016 yılında %7,8’e ulaşmıştır (Uğurlu ve Gokcol, 2017). Yüksek yatırım maliyetleri, teknik personel eksikliği ve bürokratik engeller, yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’de kullanımında yüksek miktarlarda artış görülmesini engelleyen faktörlerden sadece birkaçıdır (Bezir Çiçek vd., 2009; Kaya, 2006).

Araştırmacılar, yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’de ve Dünya’nın farklı ülkelerinde yaygın kullanımını etkileyen faktörlerin analizi üzerine çeşitli çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Mondal vd. (2010) Bangladeş’te yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut kullanım durumunu incelemiş ve bu kaynakların yaygın kullanımını engelleyen faktörleri analiz etmişlerdir. Liu ve Pistorius (2012), Kazakistan’ın kırsal kesimlerinde yenilenebilir enerji ile ilgili projelerin mevcut durumunu ve bu projelerin önündeki engelleri analiz etmişlerdir. Zhang vd. (2012) Hong Kong’ta güneş enerjisinin yaygın kullanımını olumsuz yönde etkileyen faktörleri bir anket çalışmasından elde ettikleri verileri analiz ederek incelemişlerdir. Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015) sistem fonksiyon teorisini kullanarak, Yunanistan’da yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımını olumsuz yönde etkileyen faktörleri analiz etmişlerdir. Luthra vd. (2015) Hindistan’da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını olumsuz yönde etkileyen faktörleri analitik hiyerarşi süreci yöntemini kullanarak önceliklendirmiştir. Bezir Çiçek vd. (2009) ve Kaya (2006) Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımını engelleyen faktörler konusunda değerlendirmelerde bulunmuşlardır.

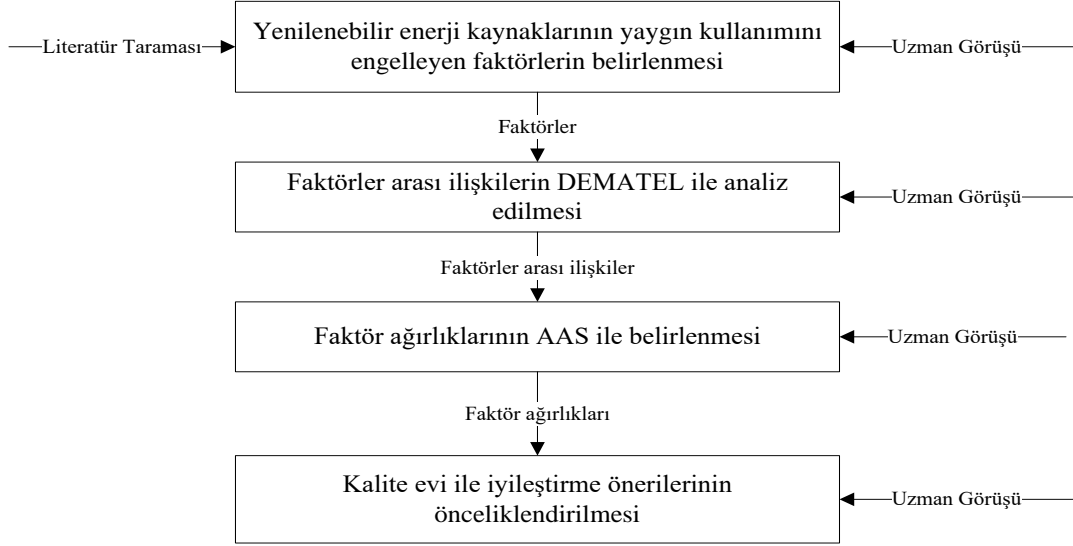
Bu çalışmada Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımını engelleyen faktörler çok kriterli karar verme teknikleri ve kalite evi kullanılarak incelenmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde faktörler ve bu faktörlerin nasıl belirlendiği açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde DEMATEL yöntemi kullanılarak faktörler arası ilişkiler belirlenmektedir. Dördüncü bölüm, Analitik Ağ Süreci yöntemi ile faktörlerin önem düzeylerinin belirlenmesini içermektedir. Beşinci bölümde Kalite Evi kullanılarak iyileştirme önerileri belirlenmekte ve önceliklendirilmektedir. Son bölümde çalışmanın sonuçları hakkında genel bir değerlendirme sunulmaktadır.

2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yaygın Kullanımını Engelleyen Faktörler

Yenilenebilir enerji konusundaki çalışmalar analiz edilerek, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımını engelleyen faktörler tespit edilmiştir. Belirlenen faktörler ilgili referanslarla birlikte Tablo 1’de gösterilmiştir. Belirlenen faktörlerin Türkiye enerji piyasası için uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla, enerji sektöründe hizmet veren bazı kamu veya özel kurumlarda çalışan 32 kişiye bir anket uygulanmıştır. Her faktör için cevaplanma sayısına bağlı olarak ortalama katılım puanı hesaplanmıştır ve bu puanın yüzdesel karşılığı bulunmuştur.

Katılımcıların %66.45’i geri ödeme süresinin uzun olmasının yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımını etkilediğini düşünürken katılımcıların sadece %33.79’u yenilenebilir kaynak rezervlerinin kıt olmasının yaygın kullanım üzerinde etkisi olduğunu düşünmektedir. Eşik değer %45 olarak belirlenmiş ve bu değer altında kalan F11, F15, F16 ve F17 faktörleri çalışmanın devamında incelenmemiştir.

Çalışmada izlenen adımlar Şekil 1’de sunulmuştur. Bu şekilde, her bir adımda kullanılan yöntemler ve bu yöntemlerin girdi ve çıktıları belirtilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada izlenen adımlar

Tablo 1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yaygın Kullanımını Engelleyen Faktörler

Kod	Faktör	Referanslar
F1	Yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların geri ödeme süresinin uzun olması	Mondal vd. (2010); Zhang vd. (2012); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015)
F2	Yüksek ilk yatırım maliyetleri	Mondal vd. (2010); Liu ve Pistorius (2012); Zhang vd. (2012); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015); Luthra vd. (2015)
F3	Yenilenebilir enerji üretim tesislerinin bakım maliyetlerinin yüksek olması	Liu ve Pistorius (2012); Zhang vd. (2012); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015)
F4	Devletin kişi ya da kurumlara yaptığı mali desteğin eksikliği	Mondal vd. (2010); Liu ve Pistorius (2012); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015)
F5	Yenilenebilir enerji kaynakları konusunda yerel halkın eksik bilgilendirilmesi	Beddoe ve Chamberlin (2003); Reiche ve Bechberger (2004); Mondal vd. (2010); Liu ve Pistorius (2012); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015)
F6	Yenilenebilir enerji pazar yapısındaki yetersizlikler	Liu ve Pistorius (2012); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015)
F7	Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik gücü talebini karşılamak için yeterli olmaması	Armaroli ve Balzani (2007); Luthra vd. (2015)
F8	Özel sektördeki yatırımcıların yenilenebilir enerji konusundaki isteksizliği	Fuchs ve Arentsen (2002); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015)
F9	Kamu sektöründeki yatırımcıların yenilenebilir enerji konusundaki isteksizliği	Fuchs ve Arentsen (2002); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015)
F10	Yenilenebilir enerji kaynakları konusunda kalifiye teknik personel eksikliği	Liu ve Pistorius (2012); Zhang vd. (2012); Luthra vd. (2015)
F11	Yenilenebilir enerji üretim teknolojilerinin zor ve karışık olması	Kumar vd. (2010); Luthra vd. (2015)
F12	Araştırma & Geliştirme çalışmalarının eksikliği	Liu ve Pistorius (2012); Luthra vd. (2015)
F13	Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi için gerekli spesifik teknolojilerin eksikliği	Mondal vd. (2010); Zhang vd. (2012); Luthra vd. (2015)
F14	Teknik eğitim kurumlarının eksikliği	Guerin (2001); Luthra vd. (2015)
F15	Yenilenebilir kaynak rezervlerinin kısıtlılığı	Luthra vd. (2015)
F16	Yenilenebilir kaynakların ekosisteme negatif etki etmesi	Tsoutsos vd. (2005); Luthra vd. (2015)
F17	Coğrafi koşulların yenilenebilir enerji üretiminde yetersiz kalması	Fthenakis vd. (2009); Luthra vd. (2015)
F18	Değişken çevre politikaları	Foxon ve Pearson (2008); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015)
F19	Değişken enerji politikaları	Foxon ve Pearson (2008); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015)
F20	Yenilenebilir enerji tesislerinin kuruluş izinlerindeki bürokratik engeller	Reiche ve Bechberger (2004); Eleftheriadis ve Anagnostopoulou (2015)
F21	Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimine ilişkin hedeflerin tutarlı olmaması	White vd. (2013); Luthra vd. (2015)

3. Faktörler Arası İlişkilerin DEMATEL ile Belirlenmesi

Bu bölümde, yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımını engelleyen faktörlerin birbirleri üzerindeki etkileri DEMATEL yöntemi (Gabus ve Fontela, 1972) kullanılarak analiz edilmiştir. DEMATEL, faktörler arasındaki sebep-sonuç ilişkilerini analiz etmek için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ile diğer faktörleri en fazla etkileyen (baskın) faktörler ve diğer faktörler tarafından en fazla etkilenen faktörler belirlenebilmektedir (Paksoy, 2017). Yöntemin adımları çalışmada ele alınan faktörler dikkate alınarak aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır.

3.1. Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması

Faktörlerin ikili karşılaştırmalarını içeren ve Tablo 2’de sunulan direkt ilişki matrisi (A) 0-4 arası değerler içeren DEMATEL karşılaştırma skalasına göre oluşturulmuştur. Bu skalada, 0 rakamı etki olmadığını gösterirken 4 rakamı çok yüksek düzeyde etki olduğunu göstermektedir. Matristeki değerler çalışmanın yazarları ve enerji sektöründen bir profesyonelin sağladığı konsensüsle belirlenmiştir.

Tablo 2. Direkt ilişki matrisi

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F12	F13	F14	F18	F19	F20	F21
F1	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	2	0	0
F2	4	0	0	0	0	0	0	4	4	0	1	3	0	0	0	0	0
F3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0
F4	2	3	0	0	0	2	4	4	3	2	2	2	0	0	0	0	2
F5	0	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	1	0	0
F6	2	2	0	0	0	0	2	3	0	0	1	0	0	0	3	0	3
F7	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0
F8	0	0	0	4	0	3	4	0	0	2	2	1	1	0	4	0	2
F9	0	0	0	0	0	2	4	3	0	2	3	3	3	0	4	0	2
F10	0	2	2	0	0	0	2	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3
F12	0	0	2	1	0	1	2	1	0	0	0	4	0	2	3	0	0
F13	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	3	0	0	2	3	2	1
F14	0	1	1	0	0	0	1	1	0	4	3	3	0	0	0	0	0
F18	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1
F19	3	0	0	2	0	3	4	4	0	1	0	0	0	0	0	3	3
F20	1	3	1	1	0	3	2	4	0	0	2	0	0	0	0	0	4
F21	0	0	0	1	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0

3.2. Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisinin Oluşturulması

Direkt ilişki matrisi, k olarak adlandırılan bir sabit ile çarpılarak normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi (M) elde edilir. Bu sabit aşağıda verilen formül yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$k = \text{Min} \left(\frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{1 \leq j \leq n} |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{1 \leq i \leq n} |a_{ij}|} \right) \quad (1)$$

Formüle göre, direkt ilişki matrisinin satır ve sütun toplamları hesaplanır. En büyük satır ve sütun toplamı değerleri bulunur. Bu değerlerin çarpımına göre tersi alınır ve minimum olan değer k sabiti olarak atanır. Tablo 2’de verilen direkt ilişki matrisinde en büyük satır toplamı değeri 26 ve en büyük sütun toplamı değeri 40’tır. Buna göre k sabitinin değeri 0,025 olarak belirlenir ($k = \text{MIN}(\frac{1}{40}, \frac{1}{26})=0,025$).

3.3. Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması

Toplam ilişki matrisi (T), aşağıdaki formül kullanılarak elde edilir.

$$T = M (I - M)^{-1} \quad (2)$$

Bu formülde M normalleştirilmiş direkt ilişki matrisini ve I birim matrisi simgelemektedir. Elde edilen toplam ilişki matrisi Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3. Toplam ilişki matrisi

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F12	F13	F14	F18	F19	F20	F21
F1	0,010	0,005	0,002	0,018	0,000	0,026	0,039	0,126	0,103	0,016	0,019	0,015	0,011	0,004	0,083	0,007	0,023
F2	0,108	0,006	0,004	0,021	0,000	0,027	0,043	0,137	0,113	0,016	0,052	0,094	0,012	0,009	0,049	0,008	0,024
F3	0,080	0,004	0,003	0,013	0,000	0,019	0,028	0,099	0,085	0,012	0,040	0,014	0,009	0,004	0,032	0,003	0,015
F4	0,071	0,089	0,008	0,025	0,000	0,089	0,155	0,154	0,094	0,066	0,083	0,078	0,011	0,016	0,068	0,009	0,084
F5	0,011	0,027	0,001	0,010	0,000	0,013	0,018	0,066	0,030	0,007	0,009	0,008	0,004	0,077	0,044	0,004	0,012
F6	0,067	0,057	0,003	0,021	0,000	0,031	0,086	0,112	0,014	0,011	0,037	0,013	0,004	0,007	0,111	0,009	0,095
F7	0,018	0,030	0,001	0,009	0,000	0,065	0,021	0,026	0,006	0,005	0,006	0,004	0,001	0,052	0,115	0,009	0,018
F8	0,027	0,023	0,008	0,118	0,000	0,114	0,154	0,056	0,014	0,066	0,074	0,045	0,027	0,014	0,146	0,013	0,087
F9	0,022	0,017	0,011	0,028	0,000	0,091	0,157	0,124	0,007	0,070	0,105	0,098	0,079	0,018	0,157	0,017	0,086
F10	0,015	0,055	0,055	0,017	0,000	0,025	0,078	0,102	0,012	0,008	0,088	0,017	0,003	0,009	0,035	0,003	0,088
F12	0,021	0,009	0,052	0,040	0,000	0,047	0,083	0,059	0,010	0,008	0,018	0,107	0,002	0,060	0,108	0,013	0,023
F13	0,018	0,011	0,006	0,041	0,000	0,029	0,084	0,059	0,006	0,008	0,086	0,014	0,002	0,059	0,106	0,059	0,049
F14	0,010	0,034	0,035	0,012	0,000	0,014	0,051	0,052	0,008	0,104	0,096	0,090	0,002	0,012	0,028	0,007	0,018
F18	0,056	0,002	0,001	0,008	0,000	0,012	0,015	0,042	0,007	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,062	0,005	0,034
F19	0,094	0,023	0,005	0,074	0,000	0,118	0,149	0,153	0,018	0,039	0,025	0,013	0,005	0,009	0,054	0,080	0,112
F20	0,048	0,087	0,029	0,048	0,000	0,109	0,093	0,145	0,019	0,012	0,070	0,021	0,005	0,009	0,050	0,005	0,125
F21	0,014	0,010	0,001	0,037	0,000	0,094	0,077	0,074	0,005	0,008	0,010	0,006	0,002	0,005	0,076	0,006	0,020

3.4. Gönderici ve Alıcı Faktörlerin Belirlenmesi

Toplam ilişki matrisi elde edildikten sonra gönderici ve alıcı pozisyonunda bulunan faktörler belirlenir. Matrisin sütunlar toplamı R ve satırlar toplamı D olmak üzere her bir faktör için $D-R$ ve $D+R$ değerleri hesaplanır. Bu değerler aracılığıyla her bir faktörün diğerlerine olan etki seviyesi ile diğerlerinden etkilenme seviyesi belirlenir. D_i değeri i . faktörün diğer faktörler üzerindeki doğrudan veya dolaylı etkisini ve R_i değeri i . faktöre diğer faktörlerden gelen toplam etkiyi gösterir. $D_i + R_i$ değeri i . faktör için gönderilen ve alınan toplam etkiyi gösterir. $D_i - R_i$ değeri ise i . faktörün sisteme yaptığı net etkiyi gösterir.

Gönderici ve alıcı faktörler belirlenirken $D_i - R_i$ değerleri dikkate alınır. Bazı faktörler için $D_i - R_i$ değeri pozitifken bazı faktörler için negatiftir. Pozitif değer, i . faktörün diğerleri üzerinde daha yüksek etkiye sahip olduğunu gösterir. Pozitif değere sahip faktörler net etkileyen, gönderici grubundadır. Negatif değer, i . faktörün diğer faktörlerden daha fazla etkilendiğini gösterir. Negatif değere sahip faktörler net etkilenen, alıcı grubundadır. Her bir faktör için hesaplanan $D_i + R_i$ ve $D_i - R_i$ değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. D_i+R_i ve D_i-R_i Değerleri

Faktör	D_i+R_i	D_i-R_i	Faktör	D_i+R_i	D_i-R_i
F1	1,19	-0,18	F10	1,07	0,15
F2	1,21	0,23	F12	1,48	-0,16
F3	0,69	0,23	F13	1,28	0,00
F4	1,64	0,56	F14	0,75	0,39
F5	0,34	0,34	F18	0,62	-0,11
F6	1,60	-0,25	F19	2,29	-0,35
F7	1,72	-0,94	F20	1,13	0,62
F8	2,58	-0,60	F21	1,36	-0,47
F9	1,64	0,54			

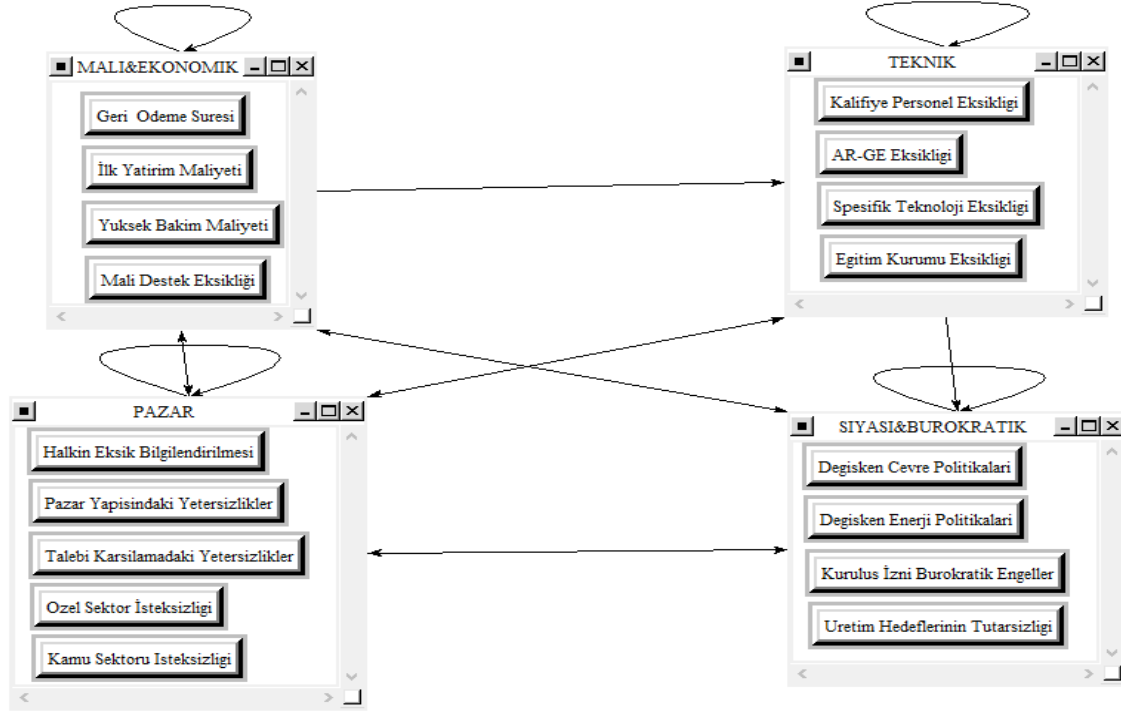
Tablo 4'te yer alan $D_i - R_i$ değerleri dikkate alınarak alıcı ve gönderici gruplarda yer alan faktörler belirlenmiştir. F1, F6, F7, F8, F12, F13, F18, F19 ve F21 faktörleri alıcı grupta yer alır iken F2, F3, F4, F5, F9, F10, F14 ve F20 faktörleri gönderici grupta yer almaktadır.

4. Analitik Ağ Süreci ile Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi

Faktörlerin öncelik değerlerinin belirlenmesinde Analitik Ağ Süreci (AAS) (Saaty, 1996) yöntemi kullanılmıştır. Yöntem, karar verme problemini oluşturan faktörler arasında karşılıklı bağımlılık bulunması durumunda kullanılmaktadır. Yöntemin adımları çalışmada ele alınan faktörler dikkate alınarak aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır.

4.1. Ağ Yapısının Oluşturulması

Faktörlerden 4 farklı küme oluşturulmuştur. Her küme içerisinde benzer özellik gösteren ve aynı amaca hitap eden faktörler bulunmaktadır. DEMATEL sonucunda elde edilen ilişkiler kullanılarak ağ yapısı kurulmuştur. Oluşturulan ağ yapısı Super Decisions programına Şekil 2'de gösterildiği şekilde aktarılmıştır.



Şekil 2. Ağ yapısı

4.2. İkili Karşılaştırmaların Gerçekleştirilmesi

Çalışmanın yazarları ve enerji sektöründen bir profesyonel tarafından faktörlerin ikili karşılaştırmaları yapılmıştır. İkili karşılaştırma matrisleri için yerel öncelik vektörleri Super Decisions programı kullanılarak elde edilmiştir.

4.3. Süper Matrisin Oluşturulması

AAS'de faktörler arasındaki her türlü ilişki süper matris adı verilen parçalı bir matrisle ifade edilir. Bir önceki aşamada elde edilen öncelik vektörleri süper matrisin ilgili sütunlarına girilir. Süper Decisions programında oluşturulan süper matris Şekil 3'te verilmiştir.

4.4. Faktörlerin Önem Düzeylerinin Belirlenmesi

Süper matris önce ağırlıklandırılmış süper matrise ve daha sonra da limit süper matrise dönüştürülür. Limit süper matris, normalize edilmiş ağırlıklı süper matrisin kuvveti alınarak elde edilir. Kuvvet alma işlemi matrisin satırları durağanlaşmaya kadar yapılır. Limit süper matriste elde edilen değerler faktörlerin önem düzeylerini veya ağırlıklarını göstermektedir (Aktaş vd., 2015; Özbek, 2017). Super Decisions programı ile edilen faktör ağırlıkları Şekil 4'te sunulmuştur.

	Geri O ^m	İlk Yat ^m	Mali De ^m	Yüksek ~	Halkın ~	Kamu Se ^m	Özel Se ^m	Pazar Y ^m	Talebi ~	Değişke ^m	Değişke ^m	Kurulus ^m	Üretim ~	AR-GE E ^m	Eğitim ~	Kalifiy ^m	Spesifi ^m
Geri O ^m	0.00000	0.67210	0.00000	0.77092	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.20000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
İlk Yat ^m	0.00000	0.00000	0.49139	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.20000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Mali De ^m	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.31474	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Yüksek ~	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.25239	0.34977	0.00000	0.25239
Halkın ~	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Kamu Se ^m	0.11732	0.06657	0.02694	0.05727	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Özel Se ^m	0.29463	0.13314	0.05448	0.17181	0.00000	0.01821	0.00000	0.10981	0.00000	0.00000	0.06650	0.12740	0.00000	0.00000	0.00000	0.11268	0.00000
Pazar Y ^m	0.00000	0.00000	0.01012	0.00000	0.00000	0.04337	0.09030	0.00000	0.00000	0.00000	0.02793	0.05166	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Talebi ~	0.00000	0.00000	0.05448	0.00000	0.00000	0.06884	0.02258	0.05491	0.00000	0.00000	0.10557	0.02095	0.00000	0.08424	0.00000	0.00000	0.08424
Değişke ^m	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Değişke ^m	0.64805	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.55116	0.47699	0.62646	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.19417	0.00000	0.00000	0.19417
Kurulus ^m	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.30000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Üretim ~	0.00000	0.00000	0.26886	0.00000	0.00000	0.11023	0.09540	0.20882	0.00000	0.00000	0.30000	0.60000	0.00000	0.00000	0.00000	0.25973	0.00000
AR-GE E ^m	0.00000	0.00000	0.09373	0.00000	0.00000	0.06939	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.07057	0.62760	0.46920
Eğitim ~	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.06939	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Kalifiy ^m	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.22403	0.00000	0.00000
Spesifi ^m	0.00000	0.12819	0.00000	0.00000	0.00000	0.06939	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.46920	0.35563	0.00000	0.00000

Şekil 3. Süper Matris

Super Decisions Main Window: Analitik Ağ Süreci... Here are the priorities.

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Geri Odeme Suresi	0.57824	0.073902
No Icon	İlk Yatırım Maliyeti	0.21184	0.027074
No Icon	Mali Destek Eksikliği	0.17937	0.022925
No Icon	Yüksek Bakım Maliyeti	0.03055	0.003905
No Icon	Halkın Eksik Bilgilendirilmesi	0.00000	0.000000
No Icon	Kamu Sektörü İsteksizliği	0.03414	0.011313
No Icon	Ozel Sektör İsteksizliği	0.21983	0.072836
No Icon	Pazar Yapısındaki Yetersizlikler	0.60890	0.201745
No Icon	Talebi Karşılamadaki Yetersizlikler	0.13712	0.045431
No Icon	Değişken Çevre Politikaları	0.00000	0.000000
No Icon	Değişken Enerji Politikaları	0.50136	0.263479
No Icon	Kuruluş İzni Bürokratik Engeller	0.15041	0.079044
No Icon	Üretim Hedeflerinin Tutarsızlığı	0.34823	0.183003
No Icon	AR-GE Eksikliği	0.43685	0.006703
No Icon	Eğitim Kurumu Eksikliği	0.05116	0.000785
No Icon	Kalifiye Personel Eksikliği	0.01147	0.000176
No Icon	Spesifik Teknoloji Eksikliği	0.50052	0.007680

Şekil 4. Faktör ağırlıkları

Şekil 4’te verilen ağırlık değerleri incelendiğinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’de yaygın kullanımını engelleyen en önemli faktörlerin sırasıyla “değişken enerji politikaları”, “pazar yapısındaki yetersizlikler”, “üretim hedeflerinin tutarsızlığı” ve “kuruluş iznindeki bürokratik engeller” olduğu görülebilir. Bu tabloda bazı faktörlerin ağırlık değerleri sıfırdır. Bu faktörler, sistem içerisinde diğer faktörler üzerinde eşik değeri geçen bir etki yaratmayan faktörlerdir. Analitik ağ yapısında herhangi bir faktörle ilişkilendirilememişlerdir. Bu nedenle ağırlık değerleri sıfır olarak bulunmuştur. Bu faktörler sırasıyla “halkın eksik bilgilendirilmesi” ve “değişken çevre politikaları” olarak sayılabilir.

5. Kalite Evi Kullanılarak İyileştirme Önerilerinin Önceliklendirilmesi

Bu bölümde AAS yönteminde ağırlıkları sıfır olarak bulunan faktörler çalışmadan çıkartılarak kalite evi analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizde AAS ile elde edilen faktör ağırlıkları kullanılmış ve faktörlerin etkisinin azaltılabilmesi ve yenilenebilir enerjinin yaygın kullanımının artırılabilmesi amacıyla düzeltici faaliyetler önerilmiştir. Kalite evi analizinin aşamaları aşağıdaki bölümlerde açıklanmaktadır.

5.1. Planlama Matrisinin Oluşturulması

Planlama matrisinin ilk aşamasında, Türkiye’deki yenilenebilir enerji sektörünün faktörler karşısındaki mevcut durumu 1 ile 5 arasında puanlanmıştır. 1 değeri, ilgili faktörün Türkiye pazarını etkilediği anlamına gelmektedir. 5 değeri ise ilgili Faktörün yenilenebilir enerjinin yaygın kullanımını engellemediği, bu faktöre dair çözümün geliştirildiği ve sorunların ortadan kaldırıldığı anlamına gelmektedir. Puanlama aşamasında, anket çalışmasının sonuçlarından yararlanılmıştır. Ancak anket puanlama sistemi, kalite evi planlama matrisinde kullanılan puanlama sisteminin tam tersi olduğu için değerler dönüştürülmüştür. Tablo 5’te her bir faktörün anket değeri ve kalite evinde kullanılan bugünkü değeri sunulmaktadır. Kalite Evi değerleri, anket değerleri 5’ten çıkarılıp 1 eklenerek elde edilmiştir.

Tablo 5. Faktörlerin bugünkü değerleri

Faktör No	Anket Değeri	Kalite Evinde Kullanılan Bugünkü Değer
F1	3,32	2,68
F2	3,61	2,39
F3	2,33	3,67
F4	3,27	2,73
F6	3,47	2,53
F7	3,27	2,73
F8	2,29	3,71
F9	3,33	2,67
F10	3,30	2,70
F12	3,52	2,48
F13	3,10	2,90
F14	3,53	2,47
F19	3,57	2,43
F20	4,10	1,90
F21	3,37	2,63

Planlama matrisinde yer alan sütunlar; faktör ağırlık sütunu, bugünkü değer sütunu, hedef sütunu, ilerleme oranı sütunu, önem puanı sütunu ve yüzde önem sütunudur. Faktör ağırlıkları sütunu analitik ağ sürecinden, bugünkü değer sütunu anket sonuçlarından elde edilmiştir. Hedef değer sütunu, faktörler karşısında ulaşmak istenilen başarıyı temsil etmektedir ve 1-5 arasındadır. 5 değeri, en yüksek değerdir. Bu değerler enerji sektörü konusunda uzman bir çalışan tarafından belirlenmiştir. İlerleme oranı sütunu, faktörler karşısında hedeflenen değerlere ne kadar uzak veya yakın olduğunu göstermektedir. İlerleme oranları, hedef değerler bugünkü değerlere bölünerek elde edilmiştir. Önem puanı sütunu ise daha önce AAS ile elde edilen ağırlıkların ilerleme oranıyla çarpılması sonucu bulunmuştur. Son olarak, her faktörün önem puanı toplam önem puanına bölünerek yüzde önem hesaplanmıştır. Tablo 6’da oluşturulan planlama matrisi yer almaktadır.

Tablo 6. Planlama matrisi

	Faktörler	Ağırlıklar	Güncel Durum	Hedef Değer	İlerleme Oranı	Önem Puanı	%Önem
Mali & Ekonomik Faktörler	Geri Ödeme Süresi	0,073902	2,677	4	1,494	0,110	6,03
	İlk Yatırım Maliyeti	0,027074	2,387	4	1,676	0,045	2,48
	Yüksek Bakım Maliyeti	0,003905	3,667	3	0,819	0,003	0,17
	Mali Destek Eksikliği	0,022925	2,733	5	1,83	0,042	2,29
Pazar Faktörleri	Pazar Yapısındaki Yetersizlikler	0,201745	2,533	5	1,974	0,398	21,74
	Talebi Karşılamadaki Yetersizlikler	0,045431	2,733	5	1,83	0,083	4,54
	Özel Sektör İsteksizliği	0,072836	3,710	4	1,079	0,079	4,29
	Kamu Sektörü İsteksizliği	0,011313	2,667	5	1,875	0,021	1,16
Teknik Faktörler	Kalifiye Personel Eksikliği	0,000176	2,700	3	1,112	0,000	0,01
	AR-GE Eksikliği	0,006703	2,484	4	1,611	0,011	0,59
	Spesifik Teknoloji Eksikliği	0,00768	2,903	4	1,378	0,011	0,58
	Teknik Eğitim Kurumu Eksikliği	0,000785	2,467	3	1,217	0,001	0,05
Siyasi & Bürokratik Faktörler	Değişken Enerji Politikaları	0,263479	2,433	5	2,055	0,541	29,55
	Kuruluş İzni Bürokratik Engeller	0,079044	1,900	5	2,632	0,208	11,36
	Üretim Hedeflerinin Tutarsızlığı	0,183003	2,633	4	1,519	0,278	15,17

Örnek olarak Tablo 6’da yer alan ilk faktörün yüzde öneminin nasıl hesaplandığı şu şekilde açıklanabilir. Geri ödeme süresi için hedef değer olan 4 güncel değer olan 2,677’ye bölünerek ilerleme oranı 1,494 olarak elde edilmiştir. Geri ödeme süresinin ağırlık değeri olan 0,073902 ile ilerleme oranı olan 1,494 çarpılarak 0,110 önem puanı bulunmuştur. Bulunan önem puanı, tüm önem puanlarının toplamı olan 1,832 değerine bölünüp 100 ile çarpılmıştır. Geri ödeme süresi için yüzde önem değeri %6,03 olarak bulunmuştur.

5.2. İlişki Matrisinin Oluşturulması

Faktör etkilerini azaltmak veya ortadan kaldırmak için enerji sektöründe uzman bir çalışan ile görüşülerek tasarlanan düzeltici faaliyetler aşağıda verilmiştir.

- Devlet prosedürlerinin kolaylaştırılması
- Yurtdışından malzeme tedarikine kota konulması
- Devlet teşviğinin artırılması
- Devletin üretilen elektriği alım garantisi vermesi
- Türkiye'nin enerji vizyonunun belirlenmesi
- Yerel bölgelerdeki farklı uygulamaların önüne geçilmesi
- Teknoloji transferlerinin gerçekleştirilmesi
- Yenilenebilir kaynak potansiyelinin doğru analiz edilmesi
- Üniversitelerde ve meslek liselerinde sektör ihtiyaçlarına yönelik bölümler açma

Düzeltilen faaliyetler belirlendikten sonra faktörler ile faaliyetler arasındaki ilişkiler tanımlanmıştır. İlk olarak her faaliyetin her faktör üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığına karar verilmiştir. Eğer etkiye sahipse de bu etkinin derecesinin ne olduğu değerlendirilmiştir. İlişki düzeyleri sembollerle gösterilmiştir. Kullanılan skala Tablo 7’de sunulmuştur. Oluşturulan ilişki matrisi Tablo 8’de yer almaktadır.

Tablo 7. Semboller ve anlamları

Simge	İlişki	Ağırlık
⊙	Güçlü	9
○	Orta	3
△	Zayıf	1
-	İlişki Yok	0

Tablo 8. İlişki matrisi

Faktörler	Düzeltilici Önemler	Ağırlıklar	Devlet prosedürlerinin kolaylaştırılması	Yurtdışından malzeme tedariğine kota konulması	Devlet teşviğinin artırılması	Devletin üretilen elektriği alım garantisini vermesi	Türkiye'nin enerji vizyonunun belirlenmesi	Yerel bölgelerdeki farkı uygulamaların önüne geçilmesi	Teknoloji transferlerinin gerçekleştirilmesi	Yenilenebilir kaynak potansiyelinin doğru analiz edilmesi	Üniversitelerde ve meslek liselerinde sektör ihtiyaçlarına yönelik bölümler açma
Mali & Ekonomik Faktörler	Geri Ödeme Süresi	0,073902			⊙	⊙				○	
	İlk Yatırım Maliyeti	0,027074	○		⊙		△			○	
	Yüksek Bakım Maliyeti	0,003905							⊙		
Pazar Faktörleri	Mali Destek Eksikliği	0,022925			⊙	⊙	△				
	Pazar Yapısındaki Yetersizlikler	0,201745	△	⊙	○						○
	Talebi Karşılamadaki Yetersizlikler	0,045431								⊙	
	Özel Sektör İsteksizliği	0,072836	○		⊙	⊙	○	○	○		
Teknik Faktörler	Kamu Sektörü İsteksizliği	0,011313					⊙		△	⊙	
	Kalifiye Personel Eksikliği	0,000176					○				⊙
	AR-GE Eksikliği	0,006703			⊙		⊙				⊙
	Spesifik Teknoloji Eksikliği	0,00768						⊙			○
Siyasi & Bürokratik Faktörler	Teknik Eğitim Kurumu Eksikliği	0,000785					⊙				○
	Değişken Enerji Politikaları	0,263479					⊙			⊙	
	Kuruluş İzni Bürokratik Engeller	0,079044	⊙					⊙			
	Üretim Hedeflerinin Tutarsızlığı	0,183003					○			⊙	

5.3. Mutlak ve Görelî Önem Değerlerinin Hesaplanması

Öncelikli faktörlerin ve düzeltici faaliyetlerin belirlenmesi için her bir faaliyetin, faktörlerin etkisini ortadan kaldırmadaki mutlak ve görelî önem dereceleri aşağıda verilen formüllerle hesaplanmıştır.

$$\text{Mutlak Önem} = \sum_{\text{Faktörler}} \text{Faktörün yüzde önemi} * \text{O satıra ilişkin ilişkinin gücü} \quad (3)$$

$$\text{Görelî Önem} = \frac{\text{Mutlak Önem}}{\sum_{\text{Faaliyetler}} \text{Mutlak Önem}} * 100 \quad (4)$$

Hesaplamanın nasıl yapıldığı şu şekilde açıklanabilir. "Yerel bölgelerdeki farklı uygulamaların önüne geçilmesi" faaliyetinin hangi faktör üzerinde ne düzeyde bir etki derecesine sahip olduğu ilişki matrisinden okunur. Matrise göre, "özel sektör isteksizliği" üzerinde 3 birim, "kuruluş iznindeki bürokratik engeller" üzerinde 9 birim etkilidir. Etki ettiği faktörlerin yüzde önemleri ile etki dereceleri çarpılıp toplanarak bu faaliyetin mutlak önemi bulunur. "Özel sektör isteksizliğinin" yüzde önemi 4,29, kuruluş iznindeki bürokratik engellerin yüzde önemi 11,36 olduğuna göre bu faaliyetin mutlak önemi $(3*4,29)+(9*11,36) = 115,11$ olarak bulunmuştur. Tüm faaliyetlerin mutlak önem derecelerinin toplamı 1692,37 olarak hesaplanmıştır. İki değer birbirine bölünerek $(115,11/1692,37)$ faaliyetin görelî önemi 6,80 olarak bulunmuştur. Mutlak ve bağıl önem dereceleri Tablo 9'da yer almaktadır. En yüksek önem derecesine sahip düzeltici faaliyetin %28 ile "yenilenebilir kaynak potansiyelinin doğru analiz edilmesi" olduğu görülmüştür.

5.4. Kalite Evinin Çatısının Oluşturulması

Kalite evinin çatı kısmında ise düzeltici faaliyetlerin birbirleriyle olan ilişkileri değerlendirilmiştir. Birbirleri ile pozitif ilişkisi olanlar '+1' değeri ile negatif ilişkisi olanlar '-1' değeri ile gösterilmiştir. İlişkisi olmayanlar boş bırakılmıştır. Kalite evi kurulmasının son aşaması olan çatı da oluşturularak ev tamamlanmıştır. Tablo 10'da kalite evinin son hali mevcuttur.

Tablo 9. Mutlak ve görelî önem dereceleri

Faktörler	Düzeltilici Önemler	Ağırlıklar	Devlet prosedürlerinin kolaylaştırılması	Yurtdışından malzeme tedariğine kota konulması	Devlet teşviğinin artırılması	Devletin üretilen elektriği alım garantisini vermesi	Türkiye'nin enerji vizyonunun belirlenmesi	Yerel bölgelerdeki farkı uygulamaların önüne geçilmesi	Teknoloji transferlerinin gerçekleştirilmesi	Yenilenebilir kaynak potansiyelinin doğru analiz edilmesi	Üniversitelerde ve meslek liselerinde sektör ihtiyaçlarına yönelik bölümler açma	Güncel Durum	Hedef Değer	İlerleme Oranı	Önem Puanı	%Önem
Mali & Ekonomik Faktörler	Geri Ödeme Süresi	0,073902			⊙	⊙				○		2,677	4	1,494	0,110	6,03
	İlk Yatırım Maliyeti	0,027074	○		⊙		△			○		2,387	4	1,676	0,045	2,48
	Yüksek Bakım Maliyeti	0,003905							⊙			3,667	3	0,819	0,003	0,17
Pazar Faktörleri	Mali Destek Eksikliği	0,022925			⊙	⊙	△					2,733	5	1,83	0,042	2,29
	Pazar Yapısındaki Yetersizlikler	0,201745	△	⊙	○					○		2,533	5	1,974	0,398	21,74
	Talebi Karşılamadaki Yetersizlikler	0,045431								⊙		2,733	5	1,83	0,083	4,54
	Özel Sektör İsteksizliği	0,072836	○		⊙	⊙	○	○	○			3,710	4	1,079	0,079	4,29
Teknik Faktörler	Kamu Sektörü İsteksizliği	0,011313					⊙		△	⊙		2,667	5	1,875	0,021	1,16
	Kalifiye Personel Eksikliği	0,000176					○				⊙	2,700	3	1,112	0,000	0,01
	AR-GE Eksikliği	0,006703			⊙		⊙			⊙		2,484	4	1,611	0,011	0,59
	Spesifik Teknoloji Eksikliği	0,00768							⊙		⊙	2,903	4	1,378	0,011	0,58
Siyasi & Bürokratik Faktörler	Teknik Eğitim Kurumu Eksikliği	0,000785					⊙				⊙	2,467	3	1,217	0,001	0,05
	Değişken Enerji Politikaları	0,263479					⊙			⊙		2,433	5	2,055	0,541	29,55
	Kuruluş İzni Bürokratik Engeller	0,079044	⊙					⊙				1,900	5	2,632	0,208	11,36
	Üretim Hedeflerinin Tutarsızlığı	0,183003					○			⊙		2,633	4	1,519	0,278	15,17
	Mutlak Önem		144,29	195,66	206,34	113,49	344,88	115,11	20,78	479,31	72,51					
	Görelî Önem		8,53	11,56	12,19	6,71	20,38	6,80	1,23	28,32	4,28					

Tablo 10. Kalite evi

Faktörler	Dinamik Önemi	Ağırlıklar	Kalite Evi							Güncel Duran	Hedef Değer	İlerleme Oranı	Önem Puanı	%Önem		
			Devlet prosedürlerinin kolaylaştırılması	Yurtdışından malzeme tedarikine kota konulması	Devlet teşviğinin artırılması	Devletin üretimdeki rolünün azaltılması	Türkiye'nin enerji vizyonunun belirlenmesi	Yerel bölgelerdeki farklı uygulamaların önüne geçilmesi	Teknoloji transferlerinin gerçekleştirilmesi						Yenilenebilir kaynak potansiyelinin doğru analiz edilmesi	Üniversitelerde ve meslek liselerinde sektör ihtiyaçlarına yönelik bölümler açma
Malî & Ekonomik Faktörler	Gerî Ödeme Süresi	0,073902			⊙	⊙				⊙		2,677	4	1,494	0,110	6,03
	İlk Yatırım Maliyeti	0,027074	⊙		⊙		Δ			⊙		2,387	4	1,676	0,045	2,48
	Yüksek Bakım Maliyeti	0,003905								⊙		3,667	3	0,819	0,003	0,17
	Malî Destek Eksikliği	0,022925			⊙	⊙	Δ					2,733	5	1,83	0,042	2,29
Pazar Faktörleri	Pazar Yapısındaki Yetersizlikler	0,201745	Δ	⊙	⊙						⊙	2,533	5	1,974	0,398	21,74
	Talebi Karşılama Yetersizlikleri	0,045431								⊙		2,733	5	1,83	0,083	4,54
	Özel Sektör İsteksizliği	0,072836	⊙		⊙	⊙	⊙	⊙	⊙			3,710	4	1,079	0,079	4,29
	Kamu Sektörü İsteksizliği	0,011313					⊙		Δ	⊙		2,667	5	1,875	0,021	1,16
Teknik Faktörler	Kalifiye Personel Eksikliği	0,000176								⊙		2,700	3	1,112	0,000	0,01
	AR-GE Eksikliği	0,006703			⊙					⊙		2,484	4	1,611	0,011	0,59
	Spesifik Teknoloji Eksikliği	0,00768								⊙		2,903	4	1,378	0,011	0,58
	Teknik Eğitim Kurumları Eksikliği	0,000785								⊙		2,467	3	1,217	0,001	0,05
Siyasi & Bürokratik Faktörler	Değişken Enerji Politikaları	0,263479								⊙		2,433	5	2,055	0,541	29,55
	Kuruluş İleri Bürokratik Engeller	0,079044	⊙									1,900	5	2,632	0,208	11,36
	Üretim Hedeflerinin Tutarsızlığı	0,183003						⊙		⊙		2,633	4	1,519	0,278	15,17
	Mutlak Önem		144,29	195,66	206,34	113,49	344,88	115,11	20,78	479,31	72,51					
Göreceli Önem		8,53	11,56	12,19	6,71	20,38	6,80	1,23	28,32	4,28						

5.5. Kalite Evinin Analiz Edilmesi

Elde edilen Kalite Evi'ne göre, göreceli önemi en yüksek olan iyileştirme önerisi, “yenilenebilir kaynak potansiyelinin doğru analiz edilmesi” olarak belirlenmiştir. Bu öneriyi, “Türkiye'nin enerji vizyonunun belirlenmesi”, “Devlet teşviğinin artırılması” ve “Yurt dışından malzeme tedarikine kota konulması” önerileri izlemektedir. Bu konularda yapılacak iyileştirmeler, yenilenebilir enerjinin yaygın kullanımını engelleyen birden fazla faktörün etkisinin azalmasını sağlayacaktır.

6. Sonuçlar

Bu çalışmada yenilenebilir enerji sektörünün Türkiye pazarındaki büyüme ivmesini azaltan faktörler incelenmiştir. İlk olarak, faktörler literatür taraması ve anket yoluyla belirlenmiştir. Daha sonra, faktörler arasındaki ilişkiler DEMATEL yöntemi ile belirlenmiş ve bu ilişkiler esas alınarak Analitik Ağ Süreci yöntemi ile faktörlerin öncelik değerleri tespit edilmiştir. Son olarak Kalite Evi analizi ile faktörlerin etkisini azaltacak iyileştirme önerileri belirlenmiş ve önceliklendirilmiştir. Literatürde Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımını engelleyen faktörleri analiz eden çalışmalar olmakla birlikte, bu çalışma çok kriterli karar verme teknikleri ile kalite evini bu alanda kullanan ilk çalışmadır. Çalışmanın sonucunda aşağıdaki çıkarımlar yapılabilir:

- Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın kullanımını sağlayabilmek için analiz edilmesi gereken 4 kök neden mevcuttur. Bunlardan ilkinin “yenilenebilir kaynak potansiyelinin yanlış analiz edilmesi” olduğu söylenebilir. Bu kök nedene bağlı olarak kurulacak tesislerin kapasiteleri doğru belirlenemeyebilir, yenilenebilir kaynaklardan ihtiyacı karşılayacak kadar elektrik enerjisi elde edilemeyeceği düşünülerek yatırım kararlarından vazgeçilip birincil enerji kaynakları tercih edilebilir. Bu nedenle doğru kaynak analizi yapılmalıdır.
- İkinci neden “Türkiye’de gerçekçi bir vizyon belirlenememesi” olarak ortaya çıkmaktadır. Vizyonun yanlış strateji ve öngörüler üzerinden belirlenmesi, doğrudan iç pazarın dengesini değiştirmektedir. Yenilenebilir enerji sektörüne verilen teşvikleri, ayrılacak bütçeyi, kabul edilecek yatırım planı sayısını vb. etkilemektedir. Bu nedenle doğru bir vizyon belirlenmelidir.
- “Devlet teşviğinin yetersizliği” üçüncü nedendir. Özel sektör, öz sermayesinden harcama yapmayı birincil olarak tercih etmediği için, herhangi bir alanda yatırım yapma kararı almasını sağlayacak en önemli unsur teşviklerdir. Sadece teşviklerin artırılması değil, bunun yanında prosedürlerin daha kısa vadede tamamlanabilir olması gerekir. Uzun süreler, yatırımcının kar etme zamanını geciktirmektedir. Bu nedenle devlet teşviği artırılmalıdır.
- “Yerli üreticiye verilen yetersiz teşvikler nedeniyle kişilerin üretim yöntemi geliştirmek yerine dışarıdan almayı tercih etmesi” dördüncü nedendir. Bu durum, Türkiye’yi enerji sektöründe dışa bağımlı hale getirmektedir. Türkiye, üretileni kullanan bir ülke olmaktan çıkıp üretileni inceleyip geliştirebilen bir ülke olursa, hem iç pazardaki enerji sektörü dış faktörlere karşı korunmuş olacak ve hem de mal tedarik edilen ülkelerde olabilecek bir siyasi veya ekonomik krizden etkilenmeyecektir. Ayrıca, yerel üretici sayısı artacak ve diğer ülkelerin tedarikçisi konumuna gelinebilecektir. Bu faktörün olumsuz etkilerinin önüne geçebilmek için yurtdışından malzeme tedarikine kota konulmalıdır.
- Diğer bir yandan faktörlerin yüzde önem değerlerine bakıldığında, Türkiye’nin stratejik plan kapsamında faktörler için ortaya koyduğu hedef değerlere hangi ölçüde ulaştığı görülebilir. Sonuçlara bakıldığında, hedeflenen değerden en uzak olan noktalar “enerji politikaları” ve “pazar alt yapısı” konularıdır. Bu iki konunun önceliği yüksektir ve iyileştirme çalışmalarında bu konulara yoğunlaşılmalıdır.

Bu çalışmada, faktörler, tüm yenilenebilir enerji kaynakları dikkate alınarak belirlenmiştir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda belirli bir yenilenebilir enerji kaynağı dikkate alınıp bu enerji kaynağının yaygın kullanımını olumsuz yönde etkileyen faktörler analiz edilebilir. Bu tür bir analiz, her bir yenilenebilir enerji kaynağına özgü faktörlerin dikkate alınmasını sağlayacaktır.

Referanslar

- Aktaş, R., Doğanay, M.M., Gökmen, Y., Gazibey, Y.,Türen, U. (2015). Sayısal Karar Verme Yöntemleri. İstanbul: Beta Yayıncılık.
- Armadori, N.,Balzani, V. (2007). The Future of Energy Supply: Challenges and Opportunities. *Angewandte Chemie International Edition*, 46, 52-66.
- Beddoe, M.,Chamberlin, A. (2003). Avoiding confrontation: securing planning permission for on-shore wind energy developments in England: comments from a wind energy developer. *Planning Practice & Research*, 18 (1), 3-17.
- Bezir Çiçek, N., Öztürk, M.,Özek, N. (2009). Renewable energy market conditions and barriers in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (6), 1428-36.
- Carley, S. (2009). State renewable energy electricity policies: An empirical evaluation of effectiveness. *Energy Policy*, 37 (8), 3071-81.
- Eleftheriadis, I.M.,Anagnostopoulou, E.G. (2015). Identifying barriers in the diffusion of renewable energy sources. *Energy Policy*, 80, 153-64.
- Foxon, T.,Pearson, P. (2008). Overcoming barriers to innovation and diffusion of cleaner technologies: some features of a sustainable innovation policy regime. *Journal of Cleaner Production*, 16 (1, Supplement 1), S148-S61.
- Fthenakis, V., Mason, J.E.,Zweibel, K. (2009). The technical, geographical, and economic feasibility for solar energy to supply the energy needs of the US. *Energy Policy*, 37 (2), 387-99.
- Fuchs, D.A.,Arentsen, M.J. (2002). Green electricity in the market place: the policy challenge. *Energy Policy*, 30 (6), 525-38.
- Gabus, A.,Fontela, E. 1972. "World problems, an invitation to further thought within the framework of DEMATEL." In. Geneva, Switzerland: Battelle Geneva Research Center.
- Guerin, T.F. (2001). Transferring Environmental Technologies to China: Recent Developments and Constraints. *Technological Forecasting and Social Change*, 67 (1), 55-75.
- Kaya, D. (2006). Renewable energy policies in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 10 (2), 152-63.
- Kumar, A., Kumar, K., Kaushik, N., Sharma, S.,Mishra, S. (2010). Renewable energy in India: Current status and future potentials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (8), 2434-42.
- Liu, M.F.M.,Pistorius, T. (2012). Coping with the energy crisis: Impact assessment and potentials of non-traditional renewable energy in rural Kyrgyzstan. *Energy Policy*, 44, 130-9.
- Luthra, S., Kumar, S., Garg, D.,Haleem, A. (2015). Barriers to renewable/sustainable energy technologies adoption: Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 762-76.
- Mondal, M.A.H., Kamp, L.M.,Pachova, N.I. (2010). Drivers, barriers, and strategies for implementation of renewable energy technologies in rural areas in Bangladesh - An innovation system analysis. *Energy Policy*, 38 (8), 4626-34.
- Onat, N. (2018). Türkiye’de yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretimi: Mevcut durum ve gelecek beklentileri Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 1 (1), 8-15.
- Özbek, A. (2017). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Paksoy, S. (2017). Çok Kriterli Karar Vermede Güncel Yaklaşımlar. Adana: Karahan Kitabevi.
- Reiche, D.,Bechberger, M. (2004). Policy differences in the promotion of renewable energies in the EU member states. *Energy Policy*, 32 (7), 843-9.
- Saaty, T.L. (1996). Decision Making with Dependence and Feedback:The Analytic Network Process. Pittsburgh, PA: RWS Publications

Tsoutsos, T., Frantzeskaki, N., Gekas, V. (2005). Environmental impacts from the solar energy technologies. *Energy Policy*, 33 (3), 289-96.

Uğurlu, A., Gokcol, C. (2017). An overview of Turkey's renewable energy trend. *Journal of Energy Systems*, 1 (4), 148-58.

Veziroğlu, T.N., Şahin, S. (2008). 21st Century's energy: Hydrogen energy system. *Energy Conversion and Management*, 49 (7), 1820-31.

White, W., Lunnan, A., Nybakk, E., Kulisic, B. (2013). The role of governments in renewable energy: The importance of policy consistency. *Biomass and Bioenergy*, 57, 97-105.

Zhang, X., Shen, L., Chan, S.Y. (2012). The diffusion of solar energy use in HK: What are the barriers? *Energy Policy*, 41, 241-9.