

# ENERJİ NAKİL SEKTÖRÜNDE SWARA-AHP HİBRİT YAKLAŞIMI İLE EN UYGUN KABLO TÜRÜNÜN BELİRLENMESİ<sup>1</sup>

## DETERMINATION OF THE MOST APPROPRIATE CABLE TYPE WITH SWARA-AHP HYBRID APPROACH IN THE ENERGY TRANSMISSION SECTOR

*Hakan Murat ARSLAN* 

*Araştırma Makalesi / Geliş Tarihi: 06.04.2023  
Kabul Tarihi: 28.06.2023*

### Öz

Üretim işletmeleri her zaman tercih edilir olmayı isterler. Bu durum enerji nakil sektörünün ana çatısını oluşturan elektrik kablo üreticileri içinde geçerlidir. Ancak enerji sektörü işletmeleri karar problemleri için çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmamaktadırlar. Oysa en uygun kablo türünün belirlenmesi bir karar problemi olarak değerlendirilebilir. Çalışmada, İstanbul'da faaliyet gösteren belli özellikteki tüm enerji nakil sektörü işletmeleri evren olarak kabul edilmiştir. Bu işletmelerin tercih ettikleri kablo türleri içinden en uygun kablo cinsinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile belirlenebilmesi temel amaçtır. İlgili işletmelerin yöneticileri karar vericiler olarak kabul edilmiştir. Belirlenen kriterlerin ağırlıkları SWARA yöntemi ile alternatiflerin öncelik sıralaması ise AHP yöntemi ile tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen analizler neticesinde; ilgili enerji nakil sektöründe en uygun kablo türü A3 (Solar Kablo) olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları ilgili işletmelerin yetkilileri ile paylaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Nakil Sektörü, SWARA ve AHP Yöntemleri, Elektrik Kablolari

**JEL Sınıflaması:** M11, C02, C51, C61

### Abstract

Manufacturing enterprises always want to be preferred. This is valid for electrical cable manufacturers, which constitute the main framework of the energy transmission sector. However, energy sector enterprises do not use multi-criteria decision making methods for decision problems. Whereas, determining the most suitable cable type can be considered as a decision problem. In the study, all energy transmission sector enterprises with certain characteristics operating in Istanbul were accepted as the universe. The main objective is to determine the most suitable cable type among the cable types preferred by these enterprises by means of multi-criteria decision making methods. Managers of the relevant enterprises were accepted as decision makers. The weights of the determined criteria were determined by the SWARA method, and the priority order of the alternatives was determined by the AHP method. As a result of the analyzes carried out; The most suitable cable type in the related energy transmission sector has been determined as A3 (Solar Cable). The results of the study were shared with the authorities of the relevant enterprises.

**Keywords:** Energy Transmission Sector, SWARA and AHP Methods, Electric Cables

**JEL Classification:** M11, C02, C51, C61

<sup>1</sup> **Bibliyografik Bilgi (APA):** FESA Dergisi, 2023; 8(2) ,310 - 321 / DOI: 10.29106/fesa.1278679

\* Doç. Dr., Düzce Üniversitesi İşletme Fakültesi, [muratarslan@duzce.edu.tr](mailto:muratarslan@duzce.edu.tr), Düzce-Türkiye, ORCID: 0000-0002-3515-5358

## 1. Giriş

Elektrik enerjisi, bugünün dnyasında en çok kullanılan enerji türüdür. 19. yüzyıl sonlarında aydınlatma amacıyla kullanılmaya başlanmış ve sonraki yıllarda talep büyük ölçüde artmıştır. Bu, enerjinin taşınmasının gerekli hale gelmesine ve enerji iletim hatlarının kullanılmasına neden olmuştur. Elektrik enerjisi, bugün endüstri, evler, araçlar ve diğer tüm alanlarda kullanılmaktadır (Öcal, 2019). Elektrik enerjisi üretimi, hidroelektrik, termoelektrik, rüzgâr, güneş, nükleer ve diğer türlerle gerçekleştirilir. Elektrik enerjisi taşıma ihtiyacının artması, enerji iletim hatlarının yaygınlaşmasına neden olmuştur. Bu hatlar, üretilen elektrik enerjisini kullanıcıların ihtiyacı olan yerlere taşımak içindir (Erol, 2007).

Üretim işletmelerinin genel amacı kâr etmek ve devamlılıklarını sağlamaktır. Bu amaçların gerçekleşebilmesi için ürettikleri ürünlerin her zaman tercih edilir olması gerekir. Ürünlerin güvenilir, kaliteli ve ekonomik olması, işletmelerin piyasada rakip firmalardan daha önde olmasını sağlar. Bu durum, özellikle enerji nakil sektöründe geçerlidir. Enerji nakil hatlarının güvenilir, kaliteli ve ekonomik olması, enerji taşıma ihtiyacını karşılamak için gereklidir ve aynı zamanda işletmelerin piyasada rekabet edebilmesi için önemlidir (Yiğit, 2017). Özellikle elektrik kabloları enerjinin bir yerden başka bir yere, donanım, eve veya işyerlerine iletilmesine vasıta olan en önemli unsurlardandır. Artan elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanabilmesi için yeni üretim tesislerinin kurulması ve iletim hatlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Böylece elektrik enerjisi iletim sistemleri gelişir ve enerji üretimi, enerji iletimi ve enerji dağıtımı belli bir seviyeye yükselir.

Ancak enerji sektöründeki ilgili işletmeler elektrik enerjisinin naklinde kullanılan kabloların seçimini ilgilendiren karar problemlerinde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerini kullanmamaktadırlar. Hâlbuki en uygun kablo türünün belirlenmesi problemlerinde çok sayıda kriter ve alternatif birlikte bulunmaktadır.

Çalışmada, İstanbul'da faaliyet gösteren elektrik enerjisi nakil sektöründe yer alan işletmelere, piyasada cari olup alım-satımı yapılan kablo türleri arasından en uygun olanın belirlenmesi konusunda yardımcı olunmak istenmiştir. Uygulamada dört kritere göre alternatifler önceliklerine göre sıralanmıştır. Böylelikle ilgili işletmelere en uygun kablo türünün belirlenmesi probleminin çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilebileceği gösterilmiştir.

Alternatiflerin değerlendirilmesinde öncelikli olan kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi olduğundan (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) SWARA Yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları tespit edilmiştir. İkinci aşama olarak (Analytic Hierarchy Proses) AHP Yöntemi ile alternatifler önceliklerine göre sıralanmıştır.

Çalışmanın evreni İstanbul'daki enerji nakil sektörü konfederasyonuna bağlı işletmelerdir. Örneklem ise evren içinden seçilen elektrik kablo türleri alımı yapan ve işçi sayısı 300'den fazla olan işletmelerdir. Bu işletmelerin yetkilileri karar vericiler olarak seçilmişlerdir.

Çalışma özgün değeri açısından değerlendirildiğinde; ilk olarak, literatürde elektrik enerjisi nakil hatları için kullanılan kablo türleri için en uygun olanının belirlenmesine yönelik çalışmaya rastlanmamıştır. İkinci olarak, enerji nakil sektöründe ÇKKV yöntemlerinin uygulamasına ait çalışmaların yok denecek kadar az olmasıdır. Üçüncüsü de çalışmanın İstanbul gibi büyük bir metropol şehirde uygulanmış olmasıdır.

Çalışmanın sırası ile gelen bölümlerinde literatür taramasına, çalışmanın metodolojisine, bulgularına ve sonuçlarının değerlendirmesine yer verilmiştir. Ayrıca sonuç ve değerlendirme bölümünde gelecekte yapılacak benzer çalışmalar için ışık tutacak mahiyette önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Literatür Taraması

### 2.1. Türkiye Elektrik Enerjisi Nakil Hatları

Elektrik, diğer bir enerji kaynağının belli bir işlem sürecinden sonra elde edilen ikincil bir enerji kaynağıdır (Fılthaut, 2015:8). Elektrik enerjisi, doğal kaynaklardan su, rüzgâr, güneş, kömür gibi birincil enerji kaynaklarının üretim tesislerinde, belirli bir süreçten geçirilerek enerjiye dönüştürülmesiyle elde edilen bir ikincil enerji kaynağıdır (Yavuz, 2011:17). Şekil 1'de, elektrik enerjisinin üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarının dağılımı gösterilmektedir. Elektrik enerjisi, homojen bir yapıya sahiptir ve hangi kaynaktan elde edildiği bilinmeksizin şebekeye aktarılmaktadır. Bu nedenle, şebekeden kullanılan elektriğin kaynağı tespit edilememektedir (Ayrancı, 2010: 46; Yavuz, 2011: 19).

Elektrik enerjisi, diğer enerji kaynakları gibi, doğrudan kullanılmaz. Elektrik enerjisi, üretildiği anda kullanılır veya depolanır. Ancak, elektrik enerjisi depolama teknolojisi henüz yeterince gelişmemiştir ve maliyeti yüksektir. Bu nedenle, elektrik enerjisi üretiminin tüketimle eşit olması gerekir. Bu nedenle, üretim ve tüketim arasındaki dengesizlik, elektrik enerjisi piyasasının en önemli sorunlarından biridir (Ayrancı, 2010: 47). Elektrik enerjisi üretildiği anda üretim tesisinden ayrılır ve doğrudan kullanıcılara gönderilir. Elektrik enerjisi üretim tesislerinde üretilir ve çeşitli iletim ve dağıtım ağları aracılığıyla kullanıcılara ulaştırılır. Elektrik enerjisi depolama

teknolojileri henüz yeterince gelişmemiş olduğu için, elektrik enerjisi üretiminin tüketimle aynı anda gerçekleşmesi gerekir. (Yavuz, 2011: 20). Bu sebeple elektriğin üretiminden çok aktarılması ve taşınması önem arz etmektedir (Yavuz, 2011: 20).

## 2.2. SWARA Yöntemi ile Yapılmış Çalışmalar

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı literatür tarandığında; SWARA yönteminin sıklıkla kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu kısımda sırası ile SWARA yönteminin uygulandığı çalışmalara yer verilmiştir.

Zolfani ve Zavadskas (2013) çalışmalarında, İran çöllerinde bir vaka analizi yaparak iki ÇKKV metodunu hibrit bir yaklaşım ile kullanmışlardır. Kriterlerin ağırlıklandırılmasını SWARA yöntemini daha sonra alternatif olarak seçilen beş yapının önceliklerine göre sıralamasını COPRAS yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir.

Zolfani vd. (2013) çalışmalarında, tünellerin havalandırılması için en uygun yöntemin belirlenmesi karar probleminde odaklanmışlardır. Bu çalışmada SWARA yöntemini kriterlerin ağırlıklarının tespitinde kullanılmıştır. Ardından farklı ÇKKV teknikleri uygulayarak en uygun yöntemin seçilmesi hususunda değerlendirmeler yapmışlar ve optimum sonuca ulaşmışlardır.

Zavadskas vd. (2013) çalışmalarında, inşaat teknolojisi alternatifleri arasından en uygun olanının belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerinin kullanılmasına ve farkındalık oluşturulmasına dair farklı yaklaşımlar sunmuşlardır. Problem, ELECTRE IV ve MULTIMOORA yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Ek olarak, aynı karar problemi üç hibrit yöntemle; SWARA-TOPSIS, SWARA-ELECTRE III ve SWARA-VIKOR ile değerlendirilmiştir.

Nezhad vd. (2015) çalışmalarında, nanoteknoloji endüstrisinin İran'da gelişmesi planları arasından en uygun olanının belirlenmesine yönelik karar problemi için SWARA ve WASPAS yöntemlerini entegre şekilde kullanmışlardır. Araştırmanın alternatifleri farklı sektörlerdeki nanoteknoloji planları esas alınarak belirlenmiştir. Belirlenen alternatifler WASPAS yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Işık ve Adalı (2016) çalışmalarında, en uygun otelin seçilmesine yönelik karar probleminde SWARA-OCRA hibrit yöntemine dayalı karar verme metodunu kullanmışlardır.

Çakır (2016) çalışmasında, en uygun CNC makinesinin seçilmesi problemde SWARA–COPELAND yöntemini kullanmıştır. Çalışmasında, kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde SWARA yöntemini, daha sonra da alternatiflerin belirlenmesinde COPELAND yönteminin analiz aşamaları uygulanarak alternatifler önceliklerine göre sıralanmıştır.

## 2.3. AHP Yöntemi ile Yapılmış Çalışmalar

Terzi ve diğ. (2006) çalışmalarında, en uygun otomobilin satın alınması karar probleminde AHP yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra Hedef Programlama (HP) yöntemi ile de alternatifler değerlendirilmiştir.

Güngör (2008) çalışmasında, otomotiv sanayinde araç tipi önem derecelerinin belirlenmesine yönelik bir uygulama yapılmıştır. Bu karar probleminde dört aşamalı hiyerarşik bir yapı tanımlanmıştır. Uygulama aşamasında karar vericiler ana ve alt kriterleri belirlemiş ayrıca kriterlerin ikili karşılaştırmalarını yapmışlardır. Daha sonra AHP yöntemi analiz adımları kullanılarak kriterlerin önem düzeyleri belirlenmiştir.

Keskinocak (2012) çalışmasında, teneke kutuların üretimindeki kurutma fırınlarının performansını arttıracak etkin kriterlerin neler olduğu incelenmiştir. AHP yöntemi ile belirlenen kriterlerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Ayrıca en uygun kurutma fırınının seçiminde ilgili alternatifler yine AHP yöntemi kullanılarak önceliklerine göre sıralanmıştır.

Doğan ve Gencan (2013) çalışmalarında, AHP yöntemini en uygun otelin belirlenmesinde kullanmışlardır. Çalışmada Kapadokya bölgesindeki seyahat acentesi yöneticilerinin değerlendirmesi ile o bölgedeki oteller arasından en uygun olanının seçilmesine çalışılmıştır.

Asoğlu ve Eren (2018) çalışmalarında, bir işletmenin en uygun kargo şirketi seçimine ait karar probleminde kriterlerin ağırlıklarını AHP yöntemi ile alternatiflere ait sıralamayı TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak gerçekleştirmişlerdir.

Özel ve Türkel (2018) çalışmalarında, ilgili işletmenin ölçütleri esas alınarak en uygun (Enterprise Resource Planning) ERP programının belirlenmesinde AHP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmanın temel veri matrisi oluşturulurken gerçek ERP uzmanı kişilerden görüş alınmıştır.

Polat ve Kaçmaz (2019) çalışmalarında, yeni tedarikçi seçimine yönelik karar probleminde kriterler sezgisel algoritma ile belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıkları bulanık AHP yöntemi ile tespit edilmiştir. Alternatiflerin nihai sıralaması Tamsayı Programlama metodu ile ifade edilmiştir.

Akyurt ve Kabadayı (2020) çalışmalarında, en uygun havayolu kargo uçağının seçimi probleminde kriterler bulanık AHP yöntemi kullanılarak önem derecelerine göre sıralanmıştır. Daha sonra belirlenen alternatifler Bulanık Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile değerlendirilmiştir.

## 2.4. Enerji Nakil Hatlarının Optimizasyonu ile ilgili Çalışmalar

Medjoudj vd. (2012) çalışmalarında, Elektriksel güç sistemlerinin planlanmasında üç farklı yöntem kullanmışlardır. Bunlar AHP, Maliyet-Fayda Analizi ve Oyun Teorisidir. Çalışmanın kriterleri; maliyet, güvenilirlik, kullanılabilirlik, sürdürülebilirlik ve güç kalitesidir. Ayrıca çalışmada, Maliyet-Fayda Analizi yöntemi diğer iki yöntemin karar verme sürecine verimli bir şekilde entegre edilmiştir.

Başlak (2013) çalışmasında, Konya Selçuk Üniversitesi Kampüs yerleşkesi için bir enerji iletim hattının optimum güzergâhını oluşturacak modeli kurarak, ÇKKV yöntemleri ile analizlerini gerçekleştirmiştir. Ayrıca aynı model ile Konya İli Beyşehir İlçesine bağlı Dumanlı Köyü'nün mevcut enerji nakil hattının taşınması çalışmalarında yetkililere yardımcı olunmuştur.

Aydın (2013) çalışmasında, rüzgâr enerjisi santrallerinin optimum konumun belirlenmesi için Bulanık TOPSIS yöntemi ile VIKOR yöntemi ayrı ayrı kullanılmış, elde edilen sonuçların birbiri ile örtüştüğü gösterilmiştir. Ayrıca hesaplamaların güvenilirliği açısından çalışma duyarlılık analizleri ile desteklenmiştir.

Villacreses vd. (2017) çalışmalarında, çok kriterli karar verme yöntemleri ile coğrafi bilgi sistemlerini (CBS) birlikte kullanmışlardır. Çalışmada Ekvator bölgesi için rüzgâr enerji santrallerinin en uygun tesis yerlerinin tespitinde rüzgâr hızı, hava yoğunluğu, eğim, konum ve çevresel parametreler dikkate alınarak öncelikle CBS analizleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ÇKKV yöntemleri ile tesis yeri için uygun alternatifler arasında optimum olacak sıralama tespit edilmiştir. Ayrıca Pearson Sıralama Korelasyon Analizi ile iki farklı yöntem ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Jiang vd. (2017) çalışmalarında, yeni nesil yüksek veri hızlarını destekleyen kablosuz ağların tedarikçisinde optimum olanın tespit edilmesi karar probleminde yapay zekâ optimizasyon yöntemlerinden makine öğrenmesi metodunu kullanmışlardır.

Kumar vd. (2017) çalışmalarında, enerji üretim sistemlerinin optimum konumlandırılmasında AHP, PROMETHEE ve ELECTRE III yöntemlerini bir birbirinden bağımsız olarak uygulamışlardır. Analizlerin sonucunda üç farklı yöntem ile gerçekleştirilen sıralamaların birbiri ile örtüştüğü görülmüştür.

Qie vd. (2021) çalışmalarında, farklı enerji depolama teknolojileri arasında en uygun olanının belirlenmesi probleminde ÇKKV temelli İkili Olasılık Tereddütlü Bulanık Küme (Binary Probability Hesitant Fuzzy Set) tekniğini kullanmışlardır. Çalışmada amaç, yenilenebilir enerji depolama ve tüketim sorunlarını depolama gereksinimlerine göre etkili bir şekilde çözmektir. Spesifik olarak, dört alternatif dokuz kriterle değerlendirilmiştir. Karar vericilerin daha objektif değerlendirme yapabilmeleri için bulanık küme teorisine dayalı kıyaslama ölçütleri kullanılmıştır. Çalışma Çin'in Shanxi eyaletinde uygulanmıştır.

Ar vd., (2015) kablo sektöründe polietilen tedarikçi seçimini amaçlayan çalışmalarında öncelikle seçim kriterleri belirlenmiştir. Ardından sırasıyla kriterler arası ilişkinin saptanması amacıyla DEMATEL, kriter ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla AAS ve elde edilen veriler ışığında tedarikçi seçimi için VIKOR uygulaması gerçekleştirilmiştir.

## 2.5. SWARA ve AHP Yöntemlerinin Birlikte Kullanıldığı Çalışmalar

Özbek ve Erol (2018) çalışmalarında, uzmanlar tarafından yem sektöründe faaliyette bulunan işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği konusunda dikkat edilmesi gereken 11 adet kriter belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıkları, Çok Kriterli Karar Verme(ÇKKV) yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Süreci(AHS) ve Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Böylece iş sağlığı ve güvenliği konusunda; başta iş verenler olmak üzere konunun taraflarının öncelikli olarak hangi kriterlere daha çok önem vermeleri gerektiği belirlenmiştir. Değerlendirme neticesinde her iki yöntemin de benzer sonuçlar verdiği görülmüştür.

Nar (2022) çalışmasında, ana kriterler ve karar alternatiflerinin SWARA, TOPSIS ve AHP yöntemleri ile ortaya koyulmuş ve AHP'nin diğer adımları için önce ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. AHP ikili karşılaştırma matrisleri uzman mühendislere hazırlanan Excel tablolarıyla sunulmuş ve uzmanların görüşüne dayanılarak SWARA, TOPSIS ve AHP yaklaşımı ile sefer sıklığı optimizasyonundaki kritik başarı faktörleri modeli uygulanmıştır.

Durmuş ve Tayyar (2017) alışmalarında kullanılmak üzere Türkiye'nin en bilinen online alışveriş sitelerinden üç tanesini alternatif olarak belirlemişlerdir. Çalışmada güvenilirlik/gizlilik, ödeme kolaylığı, ürün bilgisi ve çeşitliliği ile web sitesi performansı olmak üzere dört kriter kullanılmıştır. AHP ve TOPSIS yöntemleri ile kriter ağırlıkları belirlenirken İkili Karşılaştırma yöntemi dışında Max100 ve SWARA yöntemlerinin de kullanılması çalışmayı diğerlerinden farklı hale getirmiştir. Yapılan alışma sonucunda en önemli kriterin Güvenilirlik/Gizlilik, en az önemli olan kriter ise Web Sitesi Performansı olduğu görülmüştür. Aynı zamanda belirlenen kriterlere göre hepsiburada.com sitesinin katılımcıların gözünde en iyi online alışveriş sitesi olduğu sonucuna varılmıştır.

Sancar (2022) alışmasında, bir gazete matbaası için en uygun bakım planlama stratejisinin seçilmesi amaçlamıştır. Bakım stratejisi seçiminin birçok kriterden oluşan ve kesin yargılar içermeyen bulanık bir süreç olduğu göz önüne alınarak; kriter ağırlıklarının hesaplanmasında Pisagor Bulanık AHP, alternatiflerin kriterler açısından değerlendirilmesinde Pisagor Bulanık WASPAS yöntemini kullanmıştır.

### 3. Metodoloji

#### 3.1. Çalışmanın Konusu ve Problemi

Enerji nakil hatları sektörünün ana üretimini odağını kablolar oluşturur. Dolayısı ile en uygun kablonun belirlenmesi, sektördeki ilgili enerji nakil sektörü şletmeleri için çok önemlidir. İlgili şletmelerin yöneticilerinden alınan bilgiler ve literatüre dayalı veriler dikkate alınarak çalışmanın sektöre optimum fayda sağlayacağı düşünölmektedir.

#### 3.2. Çalışmanın Amacı

Araştırmanın amacı maddeler halinde aşağıda ifade edilmiştir;

- ÇKKV yöntemlerinin, enerji nakil sektöründeki karar problemlerinde kullanılabileceği konusunda farkındalık oluşturmak,
- SWARA-AHP hibrit yaklaşımı ile en uygun kablo türünün belirlenmesinin mümkün olduğunu göstermek,
- ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilen enerji sektörü karar probleminin sonuçlarının ilgili şletmelere optimum fayda sağladığını göstermek,
- İstanbul gibi metropol şehirde büyük veri kaynağı ile çalışmayı gerçekleştirmek ve çalışmanın sonuçlarının güvenilirliğini artırmak.

#### 3.3. Araştırmada Kullanılan Yöntemler

Çalışmada ÇKKV tekniklerinden SWARA-AHP yöntemi bütönlüşük bir yaklaşımla kullanılmıştır. Öncelikle kriterlerin ağırlıklandırılmasında SWARA yöntemi ardından alternatiflerin öncelik sıralamasının tespiti için AHP yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemler kısa zamanda sonuç vermesi ve hesaplamalarının sadeliği açısından tercih edilmişlerdir. Aslen literatürde kriterlerin ağırlıklandırılmasında sıklıkla AHP yöntemi kullanılmasına rağmen çalışmada AHP yöntemi alternatiflerin önceliklerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Literatürde son zamanlarda kullanılmaya başlanan farklı bir ağırlıklandırma yöntemi olan SWARA yöntemi ile de kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Bu şekilde gerçekleştirilen farklı bir uygulama ile çalışma diğer çalışmalardan farklı hale gelmiş ve özgün yapıya bürönmüştür. Ayrıca SWARA yönteminin analiz aşamaları incelendiğinde hesaplamaların ve uygulanmasının kolaylığı ve objektifliği AHP yöntemine göre tercih sebebi olmuştur. Çalışmada kullanılan kriterler ve alternatifler karar vericilerin görüşleri ve ilgili literatürün incelenmesi sonucunda tespit edilmişlerdir.

#### 3.4. Araştırmanın Evreni

Çalışmanın evreni özellikle geniş tutulmak istenmiştir. Bu nedenle Türkiye'nin en kalabalık ve en fazla enerji nakil şletmesinin bulunduğu şehir olan İstanbul'da gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda çalışmanın evreni İstanbul'da enerji nakil sektörü konfederasyonuna bağlı şletmeler olarak belirlenmiştir. Örnekleme ise evren içinden seçilen değişik türde elektrik kabloları alımı yapan ve işçi sayısı 300'den fazla olan şletmelerdir. İlgili şletmeler doğrudan incelenmesinin yanı sıra arşivlerinde tutulmuş kayıtlar da taranarak veriler toplanmıştır. Ancak zaman, maliyet ve ilgili şletmelerin verilerini gizli tutmaları gibi kısıtlar nedeni ile sayılan özelliklerde ki üç şletmenin üç yöneticisi karar verici konumunda tespit edilmiştir.

#### 3.5. Karar Vericilerin Tespit Edilmesi

Çalışmanın belirlenen örnekleme içinde yer alan şletmelerin yöneticileri çalışmanın doğal karar vericileri olarak belirlenmiştir. Ancak zaman, maliyet ve ilgili şletmelerde ki verilerin gizliliği gibi kısıtlar nedeni ile sayılan özelliklerde ki üç şletmenin üç yöneticisi karar verici konumunda tespit edilmiştir. Bu karar vericilerin objektif hükümleri kriterlerin karşılıklı kıyaslanmasında ve alternatifleri kriterlere göre karşılaştırmada kullanılmıştır. Dolayısı ile bu üç karar vericiden çok sayıda hüküm ortaya çıkmıştır. Kriterler ve alternatifler hakkında yapılan sözel değerlendirme hükümlerinin tarafsız ve gerçeğe çok yakın şekilde sayısal değerlere dönüştürölmesi için

literatürde sıklıkla kullanılan, birden fazla karar vericinin hükümlerine ait sayısal değerlerin geometrik ortalaması alınarak nihai hesaplamalar yapılmıştır.

### 3.6. AHP Yöntemi ve Analiz Aşamaları

Analitik hiyerarşi prosesi (AHP), alternatiflerin önceliklerine göre sıralanması türünden karar problemleri ile ilgilidir. Tüm alternatifler kriterlere göre sıralanır. AHP 'de alternatiflere ait güvenilir bir öncelik sırası oluşturmak önemlidir (Kou ve Lin, 2014: 227). AHP yönteminde karar vericiler, kriterler ve alternatifler hakkında hükümlerini nitel ve nicel unsurları birlikte düşünerek değerlendirirler. Ayrıca bu yöntem birden çok kıstası dikkate alarak karmaşık karar problemlerini çözmekte sıkça kullanılır (Karaburun, 2018: 5).

AHP yönteminin analiz aşamaları aşağıda sırası ile ifade edilmiştir;

**1. Adım:** Öncelikle hiyerarşik yapı oluşturulmalıdır. Böylelikle karar vericiler kriterleri ve alternatifleri kolaylıkla karşılaştırabilirler. Hiyerarşik yapının en üst kısmında modelin amacı yer almaktadır (Soba vd., 2016: 113).

**2. Adım:** Hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra karar vericiler kriterleri ikili kıyaslama yolu ile karşılaştırırlar. Kıyaslamalarda ikili karşılaştırma matrisleri kullanılır. Kıyaslama matrislerinde asal köşegen üzerindeki değerler 1 dir. Karşılaştırmalar Tablo 1'deki ölçütler çerçevesinde gerçekleştirilir.

**Tablo 1.** Karşılaştırma Ölçeği

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit Olma
3	Zayıf Önemli olma
5	Kuvvetli Önemli
7	Çok Kuvvetli Önemli
9	Kesinlikle Tercih Edilme
2,4,6,8	Ara Değerler

Kaynak: (Saaty, 1990:26)

**3.Adım:** Kıyaslama matrisindeki değerlerin ağırlıklarını, diğer bir ifade ile yüzdelik değerlerini belirlemek gerekir. Bu nedenle matrisin her elemanı, kendi bulunduğu sütun toplamına bölünür. Böylece kıyaslama matrisini oluşturan sütunlara ait vektörler oluşur. Bu sütun vektörleri birleşerek normalize edilmiş kıyaslama matrisi oluşturulur. Normalize matrisin satır elemanlarının aritmetik ortalaması alınır. Özvektör olarak tanımlanan sütun vektörü elde edilir.

**4.Adım:** Kriterlerin özvektörü oluşturulduktan sonra tutarlılık oranı ve tutarlılık göstergesi hesaplanmalıdır. Tutarlılık oranı karar vericilerin kriterler hakkında yaptıkları kıyaslamaların tutarlı olup olmadığının göstergesidir. Tutarlılık oranının 0,1'den küçük olması gerekir. Fazla çıkarsa ikili kıyaslamalar tekrar değerlendirilerek hesaplamalar kontrol edilmelidir (Saaty ve Özdemir, 2003: 235). Tutarlık göstergesi hesaplanırken Tablo 2'de yer alan Rassallık Endeksi'nden faydalanılır.

**Tablo 2.** Rassallık Endeksi Tablosu

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

### 3.7. SWARA Yöntemi ve Analiz Aşamaları

(Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) SWARA yöntemi, 2010 yılında Kerşulienne, Zavadskas ve Turksis tarafından karar problemlerinde kriterlerin ağırlıklandırılması için kullanılmış ve literatüre kazandırılmıştır. SWARA yönteminin esasında, kriterler ilk olarak en önemliden daha az önemliye doğru sıralanır (Yurtoğlu ve Kundakçı, 2017: 258). Bu yöntemde kriterler arasında farklılık gösteren önem ve oran değerleri karar vericiler tarafından belirlenir. Bu sebeple literatürde SWARA yöntemi uzman görüşlerini esas alan yöntem olarak bilinir (Derse ve Yontar, 2020: 392).

SWARA yönteminin analiz aşamaları aşağıda sıralanmıştır (Adalı ve Işık, 2017: 63);

**1. Aşama:** Karar vericilerden müteşekkil karar grubu oluşturulur. Karar grubunda  $k$  adet karar verici ( $k=1, 2, \dots, n$ ) ve  $n$  tane kriterin ( $C_j, j=1, 2, \dots, n$ ) varlığı kabul edilmiştir.

**2. Aşama:** Karar grubu literatürü dikkate alarak kriterleri değerlendirir ve kendi tecrübelerine dayanarak kriterleri en önemliden en önemsiz doğru sıralar. Bu sıralama sonucunda  $C_1$  en önemli kriter,  $C_n$  ise en önemsiz kriteri ifade eder.

**3. Aşama:** Karar grubu kriterleri değerlendirirken her bir kritere ait verilen puanların geometrik ortalaması alınır ve  $P_j$  değerleri elde edilir.  $P_j$  değerleri her bir kriterin sıralamasında kendinden sonra gelen kriterden yüzde kaç daha fazla önemli olduğudur.

**4. Aşama:** Karar vericiler kriterleri kıyaslayarak karşılaştırmalı ağırlığını belirlerler. Bu değere “ortalama değerlerin kıyaslamalı önemi” denir ve  $S_j$  sembolü ile gösterilir. Bu kıyaslama da karar vericiler en önemli kritere 1 diğer kriterlere de 0 ile 1 arasında değerler verirler.

**5. Aşama:** Her bir kriterin ( $k_j$ ) katsayı değeri vardır. En önemli kriterin ( $k_j$ ) katsayısı 1 olarak tanımlıdır. ( $k_j$ ) katsayıları aşağıdaki (1) eşitliği dikkate alınarak bulunur.

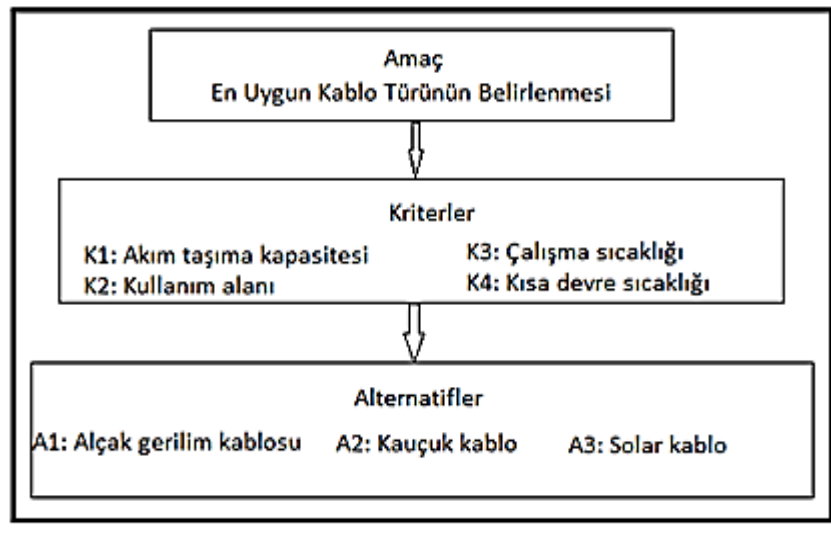
$$k_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ s_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad (1)$$

**6. Aşama:** Kriterlerin tümü için ağırlık değerleri hesaplanır. Tüm kriterlerin ağırlık değeri toplamı 1’dir.

## 4. Bulgular ve Yorumları

### 4.1. En Uygun Kablo Türünün Belirlenmesi Modeli

şekil 1. Araştırmanın Hiyerarşik Modeli



Çok kriterli karar problemlerinin çözümünde öncelikli olan temel karar matrisinin ifade edilmesidir. İkinci olarak hiyerarşik model ifade edilmelidir. Bu amaçla şekil 1’de en uygun kablo türünün belirlenmesi karar problemine ilişkin hiyerarşik model gösterilmiştir. Bu modelde ifade edilen karar problemine ait benzer çalışmaya yerli ve yabancı literatürde rastlanmadığı için kriterler ve ilgili alternatifler karar vericiler ve kısmen literatürden faydalanılarak belirlenmiştir.

### 4.2. SWARA Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Çalışma SAWARA-AHP hibrit yöntemi kullanılarak gerçekteşiğinden kriterlerin ağırlıkları SAWARA yönteminin analiz aşamalarına göre hesaplanmıştır. Çalışmanın SWARA ve AHP çözüm aşamalarını gerçekteşirmek için Excel programından faydalanılmıştır. SWARA yönteminin ilk adımında, kriterlerin önem derecelerine göre sıralanması gerçekteşirilmiştir. Ardından sırası ile  $s_j$ ,  $k_j$ ,  $q_j$  ve  $w_j$  değerleri bulunmuştur. Hesaplanan değerler Tablo 3’de ifade edilmiştir.

**Tablo 3. SWARA Yöntemi Analizi Bulguları**

Kriterler	Önem Sırası	sj	kj	qj	wj
<b>K1: Akım Taşıma Kapasitesi</b>	1		1	1	0.31903
<b>K2: Kullanım Alanı</b>	2	0.3	1.3	0.76923	0.24541
<b>K3: Çalışma Sıcaklığı</b>	3	0.1	1.1	0.69930	0.22310
<b>K4: Kısa devre sıcaklığı</b>	4	0.05	1.05	0.66600	0.21247
			<b>Toplam</b>	3.13453	1.00000

Tablo 3 dikkatle incelendiğinde; son sütunda çalışmanın kriterlerine ait ağırlık değerleri görülmektedir. Bu ağırlık değerlerinin toplamının 1 olması ve ağırlık değerlerinin kriterlerin önem derecelerine göre uygun çıkmış olması hesaplamaların tutarlılığını ifade etmektedir.

#### 4.3. AHP yöntemi ile Alternatiflere Ait Öncelik Sıralamasının Belirlenmesi

AHP yöntemi genel itibari ile iki ana kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlardan birincisi, kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesidir. İkincisi de alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesidir. Çalışma SWARA-AHP hibrit yaklaşımı ile gerçekleştirildiğinden dolayı birinci kısım SWARA yönteminin analiz adımları ile gerçekleştirilmiştir. İkinci kısım AHP yönteminin temel iki adımı ile değerlendirilmiştir. Buna göre geçen bölümlerde ifade edilen üç karar verici alternatifleri kriterlere göre değerlendirmişler ve bu değerlendirmelerden elde edilen sonuçlar ( $S_i$  değerleri ile) Tablo 4'ün en sağdaki sütununda ifade edilmiştir.

**Tablo 4. Alternatiflerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesi**

<i>K1</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>S1</i>
<i>A1</i>	1	5	2	0.5882	0.5556	0.6001	0.5813
<i>A2</i>	0.2	1	0.333	0.1176	0.1111	0.0999	0.1096
<i>A3</i>	0.5	3	1	0.2941	0.3333	0.3000	0.3092
<i>K2</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>S2</i>
<i>A1</i>	1	2	0.333	0.2222	0.2500	0.2172	0.2298
<i>A2</i>	0.5	1	0.2	0.1111	0.1250	0.1305	0.1222
<i>A3</i>	3	5	1	0.6667	0.6250	0.6523	0.6480
<i>K3</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>S3</i>
<i>A1</i>	1	0.333	0.2	0.1111	0.0769	0.1305	0.1061
<i>A2</i>	3	1	0.333	0.3333	0.2308	0.2172	0.2604
<i>A3</i>	5	3	1	0.5556	0.6924	0.6523	0.6334
<i>K4</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>S4</i>
<i>A1</i>	1	3	0.333	0.2308	0.3333	0.2172	0.2604
<i>A2</i>	0.333	1	0.2	0.0769	0.1111	0.1305	0.1061
<i>A3</i>	3	5	1	0.6924	0.5556	0.6523	0.6334

Aşağıda ifade edilen Tablo 5' te ise karar vericilerin alternatifleri kriterlere göre değerlendirmelerinden oluşan karar matrisi ve SWARA yönteminin sonucundan elde edilen ağırlık değerleri yer almaktadır. Karar matrisinin sütunları Tablo 4'te  $S_i$  değerlerine ait sütunlardır.



**Tablo 5.** Karar Matrisi ve Ağırlıkların Birlikte İfade Edilmesi

Karar Matrisi				Ağırlıklar
S1	S2	S3	S4	
0.58128	0.22981	0.10614	0.26045	0.31903
0.10956	0.12219	0.26045	0.10614	0.24541
0.30916	0.64799	0.63341	0.63341	0.22310
				0.21247

Tablo 6'daki değerler, karar matrisi ile ağırlıkların yer aldığı sütun matrisinin birebir çarpılması ile oluşturulmuştur. Sıralama değerleri incelendiğinde 0.533 değeri ile (A3: Solar Kablo) alternatifinin en yüksek değere sahip olduğu ve bu nedenle birinci sırada yer aldığı görülmektedir.

**Tablo 6.** Alternatiflerin Nihai Sıralama Değerleri

Alternatifler	Sıralama Değerleri	Nihai Sıralama
A1: Alçak Gerilimli Kablo	0.32086	2.
A2: Kauçuk Kablo	0.14559	3.
A3: Solar Kablo	0.53354	1.

## 5. Sonuç ve Değerlendirme

Enerjinin nakli sayesinde insanlık hâlihazırdaki teknolojik yeniliklerden faydalanabilmektedir. En çok kullanılan enerji türü de elektrik enerjisidir. Bu kadar yaygın kullanılması hem önemli olduğunu hemde yüksek maliyetler içerdiğini ön plana çıkarmaktadır. Özellikle naklin kablolar üzerinden aktarılması söz konusu olduğunda en uygun kablo türünün tespiti çok önem arz etmektedir. Dolayısı ile ilgili işletmeler hem nakil esnasında ortaya çıkabilecek risklerden korunmuş olurlar hemde maksimum kârın elde edilmesini sağlamış olurlar. Ancak bu denli önemli meselede ilgili işletmeler en uygun kablo türünün belirlenmesinde bilimsel karar verme tekniklerini kullanmadıkları görülmüştür.

Çalışmanın SWARA-AHP hibrit yaklaşımı ile elde edilen bulguları incelendiğinde; ilgili karar problemi için en uygun kablo türleri sırası ile A3 (Solar Kablo), A1 (Alçak Gerilimli Kablo) ve A2 (Kauçuk Kablo) olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar hem piyasa şartlarında cari olan durum ile hemde literatür ile örtüşmektedir. Çünkü analiz sonuçlarına göre birinci sırada çıkan solar kablolar, diğerlerine göre aşırı soğukta ve aşırı sıcakta daha dayanıklı, yangına karşı daha mukavemetli ve mekanik korozyona karşı daha dayanıklı oldukları bilinmektedir.

*Çalışmanın sonuçları irdelendiğinde;*

- 1- Enerji nakil sektöründe en uygun kablo türünün belirlenmesi probleminin ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilebileceği gösterilmiştir.
- 2- ÇKKV yöntemleri ile enerji nakil sektöründe bir kısım çalışmalar yapıldığı görülmekle birlikte en uygun kablo türünün belirlenmesine yönelik çalışma olmadığından, çalışma literatürdeki ilgili boşluğu dolduracaktır.
- 3- ÇKKV yöntemlerinin enerji nakil sektörü karar problemlerinin genelinde kullanılabileceği gösterilmiştir.

Enerji nakil sektöründe ÇKKV yöntemleri ile yapılmış çalışmaların daha çok optimum nakil güzergâhının belirlenmesine yönelik olduğu literatürden anlaşılmaktadır. Spesifik manâda geçmişte yapılmış benzer çalışma olmadığından karşılaştırma veya sonuçların tartışılması gibi durum söz konusu değildir. Ancak enerji nakil sektöründe en uygun elektrik kablo tedarikçisinin belirlenmesine yönelik Ar vd. (2015) çalışmasında yer alan optimum kablo unsurlarının bu çalışmadaki kablo özelliklerine ait kriterler ile örtüştüğü görülmektedir.

Çalışmanın beklenen faydaları arasında, öncelikle enerji nakil problemleri ile ilgilenen araştırmacıların ÇKKV yöntemlerini sıklıkla kullanmalarındadır. İkinci olarak da ilgili sektörde faaliyet gösteren işletme yöneticilerinin karar problemlerini bilimsel temelli nicel yöntemler kullanarak değerlendirmeleri beklenmektedir.

Enerji nakil sektöründe gelecekte yapılacak benzer çalışmalarda, daha farklı ÇKKV yöntemleri kullanılabilir. Kriterlerin sayısı veya mahiyeti değiştirilebilir. Daha değişik sektörlerde uygulama yapılabilir. Alternatiflerin sayısı artırılabilir.

**Destek ve Teşekkür Beyanı:** Bu araştırmanın hazırlanmasında herhangi bir dış destek alınmamıştır.

**Araştırmacının Katkı Oranı Beyanı:** Tek yazarlı bir çalışma olup yazarın katkı oranı %100'dür.

**Çatışma Beyanı:** Araştırmanın yazarı olarak herhangi bir çıkar çatışma beyanım bulunmamaktadır.

**Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı:** Bu araştırmanın her aşamasında ‘‘Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesin ’de belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ‘‘Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler’’ başlığı altında belirtilen eylemlerden hiğbiri geręekleřtirilmemiřtir. Bu çalışmanın yazım sürecinde etik kurallarına uygun alıntı yapılmış ve kaynakça oluşturulmuştur. Çalışma intihal denetimine tabi tutulmuştur.

## Kaynakça

- ADALI, E. A. VE IŞIK A. (2017). Bir Tedarikçi Seçim Problemi İçin SWARA ve WASPAS Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı. *International Review of Economics and Management*. 5(4). 56-77.
- AKYURT, İ.Z. VE KABADAYI, N. (2020). Bulanık AHP ve Bulanık Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri ile Kargo Uçak Tipi Seçimi: Bir Türk Havayolu Firmasında Uygulama / *Journal of Yasar University*. 15/57. 38-55
- AR, I. M., GÖKSEN, H., & TUNCER, M. A. (2015). Kablo Sektöründe Tedarikçi Seçimi İçin Bütünleşik DEMATEL-AAS-VIKOR Yönteminin Kullanılması. *Ege Akademik Bakış*, 15(2), 285.
- ASOğLU, İ. VE EREN, T. (2018). AHP, TOPSIS, PROMETHEE Yöntemleri ile Bir İşletme İçin Kargo Şirketi Seçimi. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*. 8 (16). 102-122. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yalovasosbil/issue/37841/440451>.
- AYDIN, Y. (2013) Bulanık TOPSIS ve VIKOR Yöntemi Kullanılarak Rüzgâr Enerjisi Santral Yer Seçimi. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- AYRANCI, H. (2010). Enerji Sözleşmeleri. Ankara 2010
- BAŞLAK, A. (2013) Çok Kriterli Karar Verme Tekniği Kullanarak Enerji Nakil Hattı (ENH) Güzergâh Seçimi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya
- C, JİANG, H. ZHANG, Y, REN, Z, HAN, K.-C. CHEN AND L. HANZO (2017). "Machine Learning Paradigms for Next-Generation Wireless Networks." in *IEEE Wireless Communications*. vol. 24. no. 2. pp. 98-105. April. Doi: 10.1109/MWC.2016.1500356WC.
- ÇAKIR, E. , (2016). Kriter Ağırlıklarının SWARA – COPELAND Yöntemi ile Belirlenmesi: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama. Adnan Menderes Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 4(1). 42-56
- DERSE, O., VE YONTAR, E. (2020). SWARA-TOPSIS Yöntemi ile En Uygun Yenilenebilir Enerji Kaynağının Belirlenmesi. *Endüstri Mühendisliği*. 31(3). 389-410.
- DOğAN, N. VE GENCAN, S. (2015). Seyahat Acentesi Yöneticilerinin Bakış Açısıyla En Uygun Otel Seçimi: Bir Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Uygulaması. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 0 (41) . 69-88. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/erciyesiibd/issue/5898/78033>
- DURMUŞ, M. ve TAYYAR, N. (2017). AHP ve TOPSIS ile Farklı Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Kullanılması ve Karar Verici Görüşleriyle Karşılaştırılması . *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* , 12 (3) , 65-80 . DOI: 10.17153/oguiibf.303330.
- EROL, E. (2007). Türkiye’de Elektrik Enerjisinin Tarihi Gelişimi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, İktisat Tarihi Bilim Dalı Doktora Tezi, İstanbul.
- FILTHAUT, W. (2015). *Haftpflichtgesetz. Kommentar zur Haftpflichtgesetz und zu den konkurrierenden Vorschriften anderer Haftungsgesetze*. 9. völlig neu bearbeitete Auflage. C.H. Beck. München. N.8.
- GÜNGÖR, U. (2008). İmalat Programı Oluşturmada Ürün Önceliklerinin Belirlenmesi İçin Bir Model Önerisi. Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- IŞIK, A.T. VE ADALI, E.A. (2016). A New Integrated Decision Making Approach Based on SWARA and OCRA Methods for the Hotel Selection Problem. *Int. J. Advanced Operations Management*. 8(2). 140-151.
- KARABURUN, M.F. (2018). Çok Ölçütlü Karar Vermede AHP ve TOPSIS Yöntemleriyle Silah Seçimi Problemi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- KESKİNOCAK, E., (2012). AHP Tekniğiyle Teneke Kutu Kurutma Fırını Seçimi. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi. İstanbul.
- KOU, G. VE LIN, C. (2014). A Cosine Maximization Method for The Priority Vector Derivation İn AHP. *European Journal of Operational Research* 235: 225-232.

- KUMAR, B. SAH, A. R. SINGH, Y. DENG, X. HE. P. KUMAR, AND R. C. BANSAL. (2017). A Review of Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Towards Sustainable Renewable Energy Development. *Renewable Sustainable Energy Rev.* 69. 596–609
- MEDJOU DJ, R., AİSSANI, D., VE HAIM. K.D. (2013). Power customer satisfaction and profitability analysis using multi-criteria decision making methods. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems.* 45. 331-339.
- NAR, M. (2022). Yenikapı M1 – Kirazlı M1 Hattı İçin İstasyon ve Hat Bazlı Yolcu Talep Tahmini ve Raylı Ulaşım Sistemlerinde Sefer Sıklığı Belirlemede Kritik Başarı Faktörlerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Önceliklendirilmesi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Sakarya
- NEZHAD, M.R., ZOLFANİ, S.H., MOZTARZADEH, F., ZAVADSKAS. E. K. VE BAHRAMİ, M. (2015). Planning the Priority of High-Tech Industries based on SWARA-WASPAS Methodology: The Case of the Nanotechnology Industry in Iran. *Economic Research-Ekonomska Istraşivanja.* 28(1). 1111–1137.
- ÖCAL A. B. (2019) Elektrik Enerjisi Nakil Hatlarının Yol Açtığı Zarardan Sorumluluk, Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, C.27, S.2, , s.307-344.
- ÖZBEK A.,VE EROL E. (2018). AHS ve SWARA yöntemleri ile yem sektöründe işsağlığı ve güvenliği kriterlerinin ağırlıklandırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Aralık 2018, 20(2), 51-66.
- ÖZEL, S. VE TÜRKEL, A. (2018). AHP Yöntemi Kullanarak ERP Sistemlerinin Karşılaştırılması ve Uygun Sistemin Belirlenmesi. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi.* 30 (3) . 305-317. DOI: 10.7240/marufbd.433785
- POLAT, K. VE KAÇMAZ, Ö. (2019). Makine İmalat Fabrikasında Bulanık AHP ile Tedarikçi Seçim Uygulaması Makine İmalat Fabrikasında Bulanık AHP ile Tedarikçi Seçim Uygulaması. *ISAS WINTER-2019.* Samsun, Turkey
- QIE, X.; ZHANG, R.; HU, Y.; SUN, X.; CHEN, X. (2021). A Multi-Criteria Decision-Making Approach for Energy Storage Technology Selection Based on Demand. *Energies* 14. 6592. <https://doi.org/10.3390/en14206592>.
- QİE, X.; ZHANG, R.; HU. Y.; SUN. X.; CHEN. X. (2021). A Multi-Criteria Decision-Making Approach for Energy Storage Technology Selection Based on Demand. *Energies.* 14. 6592. <https://doi.org/10.3390/en14206592>
- SAATY, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 48(1), 9-26.
- SAATY. T. L. VE ÖZDEMİR. M. S. (2003). Why The Magic Number Seven Plus Or Minus Two. *Mathematical and Computer Modeling* 38: 233-244.
- SANCAR, S. (2022). Pisagor Bulanık AHP ve Pisagor Bulanık WASPAS Yöntemleri ile Bakım Stratejisi Seçimi: Gazete Matbaası Örneği, İbn Haldun Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- SOBA, M., ŞİMŞEK, A., ERDİN, E. VE CAN, A. (2016). AHP Temelli VIKOR Yöntemi İle Doktora Öğrenci Seçimi. *Sosyal Bilimler Dergisi* 50: 109-132.
- TERZİ, Ü. , HACALOĞLU, S. E. VE ALADAĞ, Z. (2006). Otomobil Satın Alma Problemi İçin Bir Karar Destek Modeli. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi.* 5 (10) . 43-49. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/ticaretfbid/issue/21350/229029>
- VILLACRESES, G., GAONA, G. MARTINEZ-GOMEZ J, JIJON DJ. (2017). Wind farms suitability location using geographical information system (GIS). based on multi-criteria decision making (MCDM) methods: The case of continental Ecuador. *Renewable Energy.* V. 109, 275-286.
- WIND, Y VE SAATY, T. L. (1980). Marketing Application of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science.* 26(7): 641-658.
- YAVUZ, M. (2011). Elektrik Piyasası Kanunu'nun Öngördüğü Hukuki Rejim ve Elektrik Tedarik Sözleşmeleri-Özellikle İgili Anlaşma-. İstanbul.
- YİĞİT, S. (2017). İşletmelerde Yeni Ürün Geliştirmenin Rekabet Avantajı Yaratılması Açısından Değerlendirilmesi Ve Cam Sektöründe Bir Uygulama, İstanbul Ticaret Üniversitesi Girişimcilik Dergisi, Yıl:1, Sayı:2, s.43-54.
- YURTOĞLU H., VE KUNDAKÇI, N. (2017). SWARA ve WASPAS Yöntemleri ile Sunucu Seçimi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.* 20(38). 253-269.

ZAVADSKAS, E. K., ANTUCHEVICIENE, J., SAPARAUSKAS. J. VE TURSKIS. Z. (2013c). MCDM Methods WASPAS and MULTIMOORA: Verification of Robustness of Methods when Assessing Alternative Solutions. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*. 47(2). 5-20.

ZOLFANI, S.H. VE ZAVADSKAS, E.K. (2013). Sustainable Development of Rural Areas' Building Structures Based on Local Climate. *Procedia Engineering*. 57. 1295 – 1301.

ZOLFANI, S.H., ESFAHANI. M.H., BITARAFAN. M., ZAVADSKAS. E.K. VE AREFI. S.L. (2013). Developing a New Hybrid MCDM Method for Selection of the Optimal Alternative of Mechanical Longitudinal Ventilation of Tunnel Pollutants During Automobile Accidents. *Transport*. 28(1). 89–96.