



# GAZİANTEP UNIVERSITY JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES

Journal homepage: <http://dergipark.org.tr/tr/pub/jss>



## Araştırma Makalesi • Research Article

### Sürdürülebilir Kalkınma Kapsamında Türkiye'de Çevre Ekonomisine Yönelik Yapılan Harcamaların Değerlendirilmesine Yönelik Yeni Bir Yaklaşım

*A New Approach for Evaluating Expenditures Made for Environmental Economy in Turkey within the Scope of Sustainable Development*

Nuh OKUMUŞ<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Dr., Gaziantep University, Gaziantep / TÜRKİYE  
ORCID: 0000-0002-6111-8083

#### MAKALE BİLGİSİ

*Makale Geçmişi:*

Başvuru tarihi: 16 Kasım 2024

Kabul tarihi: 13 Ocak 2025

*Anahtar Kelimeler:*

Çevresel ekonomi,  
Sürdürülebilir kalkınma,  
Etkili Q-bulanık esnek küme.

#### ARTICLE INFO

*Article History:*

Received: November 16, 2024

Accepted: January 13, 2025

*Keywords:*

Environmental economy,  
Sustainable development,  
Effective Q-fuzzy soft set.

#### ÖZ

Sürdürülebilir kalkınma, günümüzde hemen hemen tüm gelişmekte olan ülkelerin kalkınma stratejilerinde önemli bir yer tutan çevre politikası ilkesidir. Bu yaklaşım, kalkınmanın sürdürülebilir olması gerektiğini ve bunun gelecekteki nesilleri de gözetken bir süreç olduğunu vurgular. Sürdürülebilir kalkınma, çevre politikalarıyla uyumlu bir şekilde şekillendirilmelidir. Ekonomik büyüme ise, tek başına yeterli ve arzu edilen bir hedef değildir; zenginliğin, ülkeler, bölgeler ve gelir grupları arasında adil bir şekilde dağıtılması ve çevresel değerlere saygı gösterilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde, çevresel değerlerin göz ardı edildiği bir büyüme ve kalkınma süreci sürdürülebilir olamaz. Bu nedenle, kalkınmanın sürdürülebilir olabilmesi için ekonomik, sosyal ve çevresel hedefler arasında dengeli bir yaklaşım benimsenmesi şarttır. Ekonomik faaliyetler çevre kirliliğinin başlıca nedeni olmasına rağmen, sürdürülebilir kalkınma modelleri çoğunlukla bu soruna karşı sınırlı veya etkisiz kalmaktadır. Çünkü mevcut sürdürülebilir kalkınma yaklaşımları, harcama, büyüme ve rekabet gibi ekonominin esas yapı taşlarında radikal değişim önermemektedir. Çevre politikalarının başarıyla uygulanabilmesi ve sürekliliğinin sağlanabilmesi için öncelikle çevre sorunlarının doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Sorunlar doğru şekilde tespit edildiğinde, çözüm için kullanılacak araçlar da daha etkili olacaktır. Bu bağlamda, Türkiye için en uygun çevre politikalarının belirlenmesi amacıyla yeni bir yaklaşım önerilmektedir. Bu yaklaşımda, çevre sorunlarına çözüm bulurken alternatifler sunma kavramı kritik bir rol oynamaktadır. Çevresel değerlerin korunmasında ekonominin ön planda tutulması gerektiğinden, tüketim alışkanlıklarında alternatif tercihlerde bulunulması esastır. Bu sayede gereksiz üretim önlenecek ve çevresel tahribatın önüne geçilecektir.

#### ABSTRACT

Sustainable development is an environmental policy principle that has a significant place in the development policy of almost all developing countries today. This approach emphasizes that development should be sustainable and that this is a process that also considers future generations. Sustainable development should be shaped in harmony with environmental policies. However, economic growth alone is not a sufficient and desired goal; wealth should be distributed fairly among countries, regions and income groups and environmental values should be respected. Otherwise, a growth and development process in which environmental values are ignored cannot be sustainable. Therefore, necessary for sustainable development adopt a balanced approach between economic, social and environmental goals. Although economic activities are the main cause of environmental pollution, sustainable development models are often limited or ineffective against this problem. Because current sustainable development approaches do not suggest radical changes in the basic building blocks of the economy such as spending, growth and competition. For environmental policies to be successfully implemented and their continuity to be ensured, environmental problems must first be correctly identified. When problems are correctly identified, the tools to be used for solution will also be more effective. For this reason, a new approach is proposed: the most appropriate environmental policies for Turkey. In this approach, the concept of providing alternatives while finding solutions to environmental problems plays a critical role. Since the economy should be kept at the forefront in protecting environmental values, it is essential to make alternative choices in consumption habits. In this way, unnecessary production will be prevented, and environmental damage will be prevented.

## EXTENDED ABSTRACT

Especially in recent years, environmental problems such as global warming have been increasing, seasonal changes, poverty, global epidemics, ozone layer depletion and glacier melting have led to an increase in financial and economic measures. Although these measures cannot completely eliminate environmental problems, they help raise awareness. The increasing pressure on the environment threatens the healthy functioning of ecosystems. Rapidly increasing production and consumption accelerate air, water and soil pollution, while the depletion and degradation of natural resources have intensified. Many plant and animal species have become extinct and the capacity of nature to renew itself has been seriously compromised. The main reason for these environmental problems is that many countries ignore sustainable development goals and prioritize economic growth over environmental concerns. This imbalance between the environment and the economy has led to environmental disasters. The define of sustainability is a several dimensions phenomenon and is generally defined on three primary pillars: economic, ecological and social. Each of these pillars is indispensable, but it is significant to recognize that the correlation between economy and nature plays a main role in the emergence of the concept. Sustainability emerged as a necessary reply to the truth economic policies governing environmental problems are unsustainable. The survival of any economic system depends on establishing a balanced relationship between economy and environment. The first step in applying sustainability principles to economy is to determine guidelines regarding the use of natural resources. Nature has a limited carrying capacity and should not carry a load beyond this capacity. It is increasingly recognized that the most important factor behind the mentioned problems all these environmental degradations is economic policies that are incompatible with the environment. Capitalist economies are the most obvious systems in terms of destroying the environment. Although financial instruments are usually the first solutions that come to mind in combating environmental problems, increasing environmental problems over the years have required new tools and interventions. Today, in addition to environmental taxes applied in many countries; the area of use of financial instruments such as fees, incentives, subsidies, pricing and penalties is gradually expanding. This process has brought the relationship between economy and environment closer. This study aims to examine the economic dimension of the sustainable development approach, which is presented as a redress to environmental issues within the market economy, on the basis of environment, economy and society. Many real-world problems are characterized by uncertainty, which complicates old methods in fields such as economics, environmental. To address these challenges, Zadeh introduced fuzzy set theory as a mathematical tool (Zadeh;1965). He later expanded this idea to include interval-valued fuzzy sets (Zadeh;1975), where the membership space consists of all closed subintervals between 0 and 1. Further advancing these concepts, Molodtsov introduced soft set theory as a new framework for tackling vague problems (Molodtsov;1999). Maji et al. (Maji, Biswas, Roy;2001) later generalized soft set theory into fuzzy soft set theory, enhancing its applicability to decision-making scenarios. Maji et al. (Maji, Roy, Biswas;2003) meticulously defined fundamental operations. Sustainable development is an environmental policy principle that has an important place in the development strategies of almost all developing countries today. This approach emphasizes that development should be sustainable and that this is a process that also considers future generations. Sustainable development is an environmental policy principle that has a significant place in the development policy of almost all developing countries today. This approach emphasizes that development should be sustainable and that this is a process that also considers future generations. Sustainable development should be shaped in harmony with environmental policies. However, economic growth alone is not a sufficient and desired goal; wealth should be distributed fairly among countries, regions and income groups and environmental values should be respected. Otherwise, a growth and development process in which environmental values are ignored cannot be sustainable. Therefore, necessary for sustainable development adopt a balanced approach between economic, social and environmental goals. Although economic activities are the main cause of environmental pollution, sustainable development models are often limited or ineffective against this problem. Because current sustainable development approaches do not suggest radical changes in the basic building blocks of the economy such as spending, growth and competition. For environmental policies to be successfully implemented and their continuity to be ensured, environmental problems must first be correctly identified. When problems are correctly identified, the tools to be used for solution will also be more effective. For this reason, a new approach is proposed: the most appropriate environmental policies for Turkey. In this approach, the concept of providing alternatives while finding solutions to environmental problems plays a critical role. Since the economy should be kept at the forefront in protecting environmental values, it is essential to make alternative choices in consumption habits. In this way, unnecessary production will be prevented, and environmental damage will be prevented.

The main goal of this study is to develop a new algorithm for MCDM problems. A review of existing literature reveals that this approach has not been proposed in this form before. The rest of the paper is organized as follows: Section 2 presents the necessary information used in the study. In Section 3, the EQFSS method and its associated algorithm are developed. Section 4 describes the implementation of the EQFSS method, demonstrating its effectiveness through a numerical example. Finally, Section 5 concludes with some remarks.

## Giriş

Çevre üzerindeki baskının artması ekosistemlerin sağlıklı işleyişini tehdit etmeye başlamıştır. Üretim ve tüketimdeki hızlı artış, hava, su ve toprak kirliliğini artırırken, doğal kaynakların tükenmesi ve bozulma süreci de hız kazanmıştır. Birçok canlı türü yok olmuş, tabiatın tekrar yenileme kapasitesi ciddi şekilde zarar görmüştür. Bu çevre sorunlarının temel nedeni birçok ülkenin sürdürülebilir kalkınma hedeflerini göz ardı ederek ekonomik büyüme uğruna çevreyi ikinci planda tutmasıdır. Kızılaslan ve arkadaşları, sürdürülebilir kalkınmayı, mevcut çağın ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayarak hiçbir fedakârlıkta bulunmadan gelişim sağlamak olarak tanımlamaktadır. Bu kavramın odağında insanlık yer almakta olup, insanlar doğayla uyum içinde sağlıklı ve üretken bir yaşam sürme hakkına sahip olduğu kadar, çevreyi koruma sorumluluğunu da taşımaktadır. Bu çerçevede, araştırma, Meadows'un sürdürülebilir kalkınma için öngördüğü üç temel ölçütü incelemektedir: “sürdürülebilir”, “kritik” ve “yıkıcı”. Bu ölçütler ışığında, ilk olarak nüfus artışı ele alınmış ve Türkiye’deki nüfus artış hızının sürdürülebilir kalkınmayı “yıkıcı” bir şekilde etkilediği sonucuna varılmıştır (Kızılaslan, Gürler, Kızılaslan; 2006). Bundan dolayı Kılıç, sürdürülebilir kalkınma anlayışının ekonomik niteliğine ekolojik bir yaklaşımını incelemiştir (Kılıç, 2013). Ekonomiler için sürdürülebilir büyümenin en önemli destekçileri çeşitli faaliyet alanlarındaki şirketlerdir. Değirmencioglu ve Aydın (Değirmencioglu, Aydın; 2024) çevre kirliliği bağlamında şirketlerin yasal sorumluluklarını incelemiştir. Öztürk ve Durak (2024), Yeşil Kuram çerçevesinde çeşitli yaklaşımları inceleyerek, yeşil normatif düşüncenin ve küresel siyasi ekonomi akımlarının yanı sıra, insan dışındaki canlıların güvenliği ve refahına odaklanmışlardır. Çalışmalarında, Türkiye'nin gelişmeyi teşvik eden çevresel politikalarını, AB ile uyum süreci içerisinde nasıl şekillendirdiğini ve bu politikaların ülkenin genel stratejileriyle nasıl örtüştüğünü değerlendirmişlerdir (Öztürk, Durak; 2024). Daştan ve Eygü, (Daştan, Eygü; 2024) bu çalışmalarını çevresel Phillips ve Kuznets eğrisi çerçevelerinde Türkiye'deki gelir artışı, işsizlik ve çevresel bozulma arasındaki dinamik ilişkileri incelemiştir. Bu bağlamda, Türkiye'nin ekonomik gelişim sürecindeki çevresel sürdürülebilirliği riske atmadan ve sosyal dinamikleri ele alarak, büyüme ve çevresel bozulma arasındaki dengeyi anlamayı amaçlamışlardır. Demir ve Güzel, bu çalışmalarında Türkiye'deki sürdürülebilir kalkınmayı politika ve uygulamalar açısından analiz etmişlerdir. İlk olarak, çevrecilik, sürdürülebilir kalkınma ve yeşil büyüme üzerine kapsamlı bir literatür taraması sunmuşlar ve ardından Türkiye'deki sürdürülebilir kalkınma politikalarını ve uygulamalarını detaylı bir şekilde incelemiştir. Çalışmaları, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma çabalarını ve bu süreçte karşılaşılan zorlukları derinlemesine ele almaktadır (Demir, Güzel; 2024). Ekonomi ile çevre arasındaki bu dengesizlik çevre felaketlerinin önünü açmıştır. Sürdürülebilirlik kavramı, çok yönlü bir olgu olup, genellikle ekonomik, ekolojik ve sosyal olmak üzere üç ana boyut üzerinden tanımlanmaktadır. Bunların her birinin vazgeçilmez bir yeri olmakla birlikte, ekonomi ile doğa arasındaki vazgeçilmez ilişkiden kaynaklanan sorunların kavramın ortaya çıkmasında diğerlerinden daha büyük bir rol oynadığı da kabul edilmelidir. Sürdürülebilirlik, çevreyi merkezine alan hegemonik ekonomik politikaların sürdürülemez olduğu gerçeğiyle ortaya çıkan bir değişim ve dönüşüm sürecinin sonucudur. Ekonomik sistemlerin devamlılığı, çevre ile ekonomi arasındaki ilişkinin dengeli bir şekilde kurulmasına bağlıdır. Sürdürülebilirlik ilkelerinin ekonomiye entegrasyonunda atılacak ilk adım, doğal kaynakların hangi ilkelere göre kullanılacağını belirlemesidir. Çünkü doğanın sınırlı bir taşıma kapasitesi bulunmakta ve bu kapasitenin üzerinde bir yük taşıması doğru değildir. Tahtaloğlu ve Kulaç, çevreyle ilgili eğitim faaliyetlerinin sürdürülebilir kalkınmayı destekleyecek şekilde yeterince planlanmadığını ifade etmişlerdir. Bu bağlamda, makalelerinde çevre okuryazarlığının eğitim sistemine entegre edilmesi gerektiğini vurgulamış ve insanların çevreye yönelik tutumlarını davranış kalıplarına dönüştürerek sürdürülebilir kalkınmanın

sağlanmasına yönelik yeni öneriler sunmuşlardır (Tahtalıoğlu, Kulaç; 2019).

Birçok gerçek dünya problemi belirsizlik ile karakterize edilir ve bu da ekonomi, mühendislik ve çevre gibi alanlardaki geleneksel karar alma yöntemlerini karmaşıktırır. Bu zorlukları ele almak için Zadeh, bulanık küme teorisini matematiksel bir araç olarak ortaya koydu (Zadeh, 1965). Daha sonra bu fikri, üyelik uzayının 0 ile 1 arasındaki tüm kapalı alt aralıklardan oluştuğu aralık değerli bulanık kümeleri de içerecek şekilde genişletti (Zadeh, 1975). Bu kavramları daha da ileri götüren Molodtsov, belirsiz problemleri ele almak için yeni bir çerçeve olarak yumuşak küme teorisini ortaya koydu (Molodtsov;1999). Maji ve arkadaşları (Maji, Biswas, Roy; 2001) daha sonra yumuşak küme teorisini bulanık yumuşak küme teorisine geliştirerek karar alma senaryolarına uygulanabilirliğini artırdı. Maji ve arkadaşları (Maji, Roy, Biswas; 2003) bu bağlamda birleşim, kesişim VE ve VEYA gibi temel işlemleri titizlikle tanımladılar. Ek olarak, Roy ve Maji (Roy, Maji; 2007) karar almada bulanık yumuşak kümelerin uygulamasını araştırdı. Yang ve diğerleri (Yang, Lin, Yang, Li, Yu; 2009) aralık değerli bulanık kümeleri yumuşak kümelerle bütünleştirerek yenilikçi bir yaklaşım benimsedi. Son olarak, Alkhazaleh ve Salleh (Alkhazaleh, Salleh; 2011) uzman görüşlerini tutarlı bir modelde toplayan, özelliklerini ayrıntılandıran ve birleşim, kesişim, VE ve VEYA gibi temel işlemleri tanımlayan yumuşak uzman küme teorisini sundu.

Alkhazaleh ve Salleh, bulanık esnek uzman kümesini (Alkhazaleh, Salleh; 2014) tanımladılar ve bu küme daha sonra geliştirilmiş bulanık esnek uzman kümesine (Hazaymeh, Abdullah, Balkhi, Ibrahim; 2012), belirsiz esnek uzman kümesine (Hassan, Alhazaymeh; 2013), geliştirilmiş belirsiz esnek uzman kümesine (Hassan, Alhazaymeh; 2013; 2014a; 2014b) ve çoklu Q-bulanık esnek uzman kümesine (Adam, Hassan; 2016) genişletildi. Q-bulanık esnek kümeler (Adam, Hassan; 2014; 2014a; 2014b) ve çoklu-Q bulanık esnek kümeler (Adam, Hassan;2014c;2015) Adam ve Hassan tarafından önerilmiştir. Etkin bulanık esnek küme (Alkhazaleh; 2022), zaman etkin bulanık esnek küme (Hazaymeh; 2024), etkin Q bulanık esnek uzman kümeleri (Başer, Uluçay; 2024), etkin Q nötrosofik esnek uzman kümeleri (Başer, Uluçay; 2024), sezgisel bulanık esnek uzman grafikleri (Uluçay, Şahin; 2024), sezgisel yamuk bulanık çoklu sayılara dayalı yeni bir geliştirilmiş benzerlik ölçüsü (Uluçay, Okumuş; 2024), yamuk bulanık çoklu sayılara sahip bazı harmonik toplama operatörleri (Uluçay, Şahin; 2023). Bu çalışmalara dayanarak burada Etkili Q-Bulanık Esnek Küme kavramına (EQBEK) genişletiyor. Burada, EQBEK 'in temel tanımının bazı özelliklerini sunuyoruz ve karar alma alanındaki önemini vurguluyoruz.

Mevcut araştırmanın amacı, ÇKKV problemlerinde yeni bir EQBEK yöntemi önermektir. Literatürdeki önceki çalışmalardan, bu çalışmadaki yöntemin henüz bu kapsamda önerilmediği açıktır. Makalenin geri kalanı aşağıdaki gibi oluşturulmuştur. Bölüm 2'de bazı ön bilgiler tanıtılmaktadır. Bölüm 3'te bir EQBEK yöntemi ve algoritması geliştirilmiştir. Bölüm 4'te EQBEK yöntemi verilmiş ve algoritmamızın etkinliği sayısal bir örnek aracılığıyla gösterilmiştir. Bölüm 5'te, Sonuç açıklamaları son bölümde sunulmuştur.

### Temel Bilgiler

**Tanım 1** [1] Boş olmayan bir  $V$  kümesi üzerinde bulanık kümeler,  $v \in V$  için  $\mu: V \rightarrow [0, 1]$  fonksiyonlarının olduğu  $A = \{ \langle v: \mu_A(v) \rangle, v \in V \}$  kümesine denir.

**Tanım 2** [21]  $V$  bir evrensel küme ve  $E$  bir parametre kümesi olsun.  $A \subseteq E$  'yi ele alalım.  $P(V)$  nin  $V$  nin tüm bulanık kümelerinin kümesini ve  $F$  nin  $F: A \rightarrow P(V)$  ile verilen bir fonksiyon olduğu varsayalım.  $(F, A)$  koleksiyonu  $V$  üzerindeki bulanık esnek küme olarak adlandırılır.

**Tanım 3** [22]  $I$  birim aralık ve  $k$  pozitif bir tam sayı olsun.  $V$ 'deki çoklu  $Q$  -bulanık küme  $\tilde{A}_Q$  ve boş olmayan bir küme  $Q$ ,  $\tilde{A}_Q = \{(v, q), \mu_i(v, q) : v \in V, q \in Q\}$  olan  $\mu_i : V \times Q \rightarrow I^k$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$  sıralı dizilerin bir kümesidir.

**Tanım 4** [23] Etkin parametrelerin kümesi  $C$  ve  $A$  evrensel küme üzerindeki fonksiyonel etkin küme  $\Lambda = \{(u, x), \delta_\Lambda(a) : a \in C\}$ ,  $\Lambda : U \times X \rightarrow I^A$  şeklinde tanımlanan bulanık bir kümedir.

**Tanım 5** [25]  $(F, S)_\Lambda$  çifti,  $U$  üzerinde etkin bulanık esnek uzman kümesi olarak adlandırılır, ancak  $F(U)$ ,  $U$  nun tüm bulanık alt kümelerinin kümesini belirtir ve etkin parametreler kümesi,  $\Lambda$  nin  $C$  üzerinde etkin küme olacağı şekilde  $C$  ile gösterilir. O zaman  $F : Z \rightarrow F(U)$  ile verilen ve aşağıdaki gibi tanımlanır;

$$F(S)_\Lambda = \left\{ \frac{u_j}{T_{U(u_j)_\Lambda}} : u_j \in U, s \in S \right\}$$

Her  $s \in S$  ve her  $a_k \in C$  için şunu elde ederiz:

$$T_{U(u_j)_\Lambda} = \begin{cases} T_U(u_j) + \frac{(1 - T_U(u_j)) \sum_k \delta_{\Lambda_{x_j}}(a_k)}{|A|}, & T_U(u_j) \in (0,1) \text{ ise} \\ T_U(u_j), & \text{aksi takdirde.} \end{cases}$$

### Önerilen Yeni Metot

Burada etkili  $Q$ -bulanık esnek kümeler  $EQBEK$  nin tanımını ve bazı özelliklerini önereceğiz. Makale boyunca,  $V$  evrensel küme,  $A \subseteq E$  parametreler kümesi,  $Q$  da bir arz kümesi,  $\Lambda$  etkili parametreler kümesidir.

**Tanım 6**  $EQBEK(V)$ ,  $V$  üzerinde  $EQBEK$  kümelerin kümesi olacak şekilde  $F_Q : A \rightarrow EQBEK(V)$  dönüşümü  $V$  üzerinde  $EQBEK$  dir ve  $(F_Q, A)$  ile gösterilir.

$$F_{Q_\Lambda}(v_j, k_r) = \left\{ \frac{(v_j, k_r)}{\langle T_{V(v_j, k_r)_\Lambda} \rangle} : v_j \in V, k_r \in Q \right\}$$

Her  $a_k \in C$ ,

$$T_{V(v_j, k_r)_\Lambda} = \begin{cases} T_V(v_j, k_r) + \frac{(1 - T_V(v_j, k_r)) \sum_k \delta_{\Lambda_{x_j}}(a_k)}{|A|}, & T_V(v_j, k_r) \in (0,1) \text{ ise} \\ T_V(v_j, k_r), & \text{aksi takdirde} \end{cases}$$

elde edilir.  $\forall (a_k) \in \Lambda$ , ve  $\Lambda$  nin elemanlarının sayısı  $|A|$  ile gösterilir.

**Örnek 1** Yeni bir ev inşa etmek isteyen bir müşteri, birçok uzmandan geri bildirim almak istiyor.  $V = \{v_1, v_2\}$  evlerin kümesi,  $Q = \{k_1, k_2\}$  inşaat şirketlerinin kümesi,  $E = \{e_1, e_2\}$  parametrelerin kümesi ve etki parametrelerinin kümesinde  $\Lambda = \{l_1, l_2\}$  olduğunu varsayalım. Dolayısıyla

$$\Lambda^1(v_1, k_1) = \left\{ \frac{l_1}{0.5}, \frac{l_2}{0.4} \right\}, \quad \Lambda^2(v_1, k_2) = \left\{ \frac{l_1}{0.3}, \frac{l_2}{0.8} \right\}$$

$$\Lambda^6(v_2, k_1) = \left\{ \frac{l_1}{0.9}, \frac{l_2}{0.4} \right\}, \quad \Lambda^7(v_2, k_2) = \left\{ \frac{l_1}{0.1}, \frac{l_2}{0.2} \right\}$$

F'nin aşağıdaki gibi tanımlanan QBK olduğunu varsayalım:

$$F_Q(e_1) = \left\{ \left( \frac{(v_1, k_1)}{0.6}, \frac{(v_1, k_2)}{0.7}, \frac{(v_2, k_1)}{0.4}, \frac{(v_2, k_2)}{0.2} \right) \right\}$$

$$F_Q(e_2) = \left\{ \left( \frac{(v_1, k_1)}{0.5}, \frac{(v_1, k_2)}{0.6}, \frac{(v_2, k_1)}{0.7}, \frac{(v_2, k_2)}{0.5} \right) \right\}$$

Daha sonra **Tanım 6** yı uygulayarak şunu elde ederiz:

$$F_Q(e_1)_\Lambda = \left\{ \begin{array}{l} \frac{(v_1, k_1)}{0.6 + \left[ (1 - 0.6) \frac{0.5 + 0.4}{2} \right]}, \\ \frac{(v_1, k_2)}{0.7 + \left[ (1 - 0.7) \frac{0.3 + 0.8}{2} \right]}, \\ \frac{(v_2, k_1)}{0.4 + \left[ (1 - 0.4) \frac{0.1 + 0.4}{2} \right]}, \\ \frac{(v_2, k_2)}{0.2 + \left[ (1 - 0.2) \frac{0.1 + 0.2}{2} \right]} \end{array} \right\}$$

$$= \frac{(v_1, k_1)}{0.8}, \frac{(v_1, k_2)}{0.9}, \frac{(v_2, k_1)}{0.6}, \frac{(v_2, k_2)}{0.3}$$

Benzer şekilde hesaplamalar sürdürüldüğünde *EQBEK* aşağıdaki gibi bulunur;

$$F_Q(e_2)_\Lambda = \frac{(v_1, k_1)}{0.7}, \frac{(v_1, k_2)}{0.8}, \frac{(v_2, k_1)}{0.8}, \frac{(v_2, k_2)}{0.6}$$

**Tanım 7** Bir *EQBEK*  $(F_Q, Z)_\Lambda$  nin tümleyeni  $F_Q^{(c)} : \neg A \rightarrow EQFSS(V)$  olacak şekilde

$$(F_Q, Z)_\Lambda^c = (F_Q^{(c)}, \neg A)_\Lambda$$

dir. Burada her  $\alpha \in E$  için

$$F_Q^{(c)}(\alpha)_\Lambda = \left\{ \bar{1} - \mu_{F_Q(\alpha)_\Lambda} \right\}$$

ve  $\left( (F_Q, A)_\Lambda^c \right)^c = (F_Q, A)_\Lambda$  ile gösterilir.

**Örnek 2** Örnek 1'imizi kullanarak,  $F_Q^{(c)}_\Lambda$  ile gösterilen *EQBEK*  $F_{Q\Lambda}$  nin tümleyeni aşağıdaki gibi verilir:

$$(F_Q, Z)_\Lambda^c = \left\{ \neg(e_1)_\Lambda = \frac{(v_1, k_1)}{0.2}, \frac{(v_1, k_2)}{0.1}, \frac{(v_2, k_1)}{0.4}, \frac{(v_2, k_2)}{0.7} \right.$$

$$\left. \neg(e_2)_\Lambda = \frac{(v_1, k_1)}{0.3}, \frac{(v_1, k_2)}{0.2}, \frac{(v_2, k_1)}{0.2}, \frac{(v_2, k_2)}{0.4} \right\}$$

### EQBEK için bir Uygulama

Şimdi bu kavramın belirsiz bilgi içeren karar verme problemlerine başarıyla uygulanabileceğini göstermek için EQBEK teorisinin bir uygulamasını sunacağız. Aşağıdaki algoritma, aşağıdaki etkili  $Q$ -bulanık esnek tabanlı karar verme problemini çözmek için önerilmektedir.

Sürdürülebilirlik kavramı doğası gereği çok boyutludur ve genellikle üç temel ayağı kapsar: ekonomik, ekolojik ve sosyal. Tüm bu unsurlar hayati öneme sahip olmakla birlikte, ekonomi ile doğa arasındaki karmaşık ilişkinin sürdürülebilirliğin bir kavram olarak gelişiminde daha önemli bir rol oynadığını kabul etmek önemlidir. Çevre politikalarının etkili bir şekilde uygulanması ve zaman içinde sürdürülebilmesi için çevre sorunlarının doğru bir şekilde tanımlanması esastır. Sorunlar doğru bir şekilde teşhis edildiğinde, bunları ele almak için tasarlanan çözümlerin ve araçların başarılı olma olasılığı çok daha yüksektir. Bu bağlamda, Türkiye için çevresel zorluklarla mücadele ederken alternatifler sunmanın önemini vurgulayan yeni bir yaklaşım önerilmektedir. Bu yaklaşım, çevresel sorunlara yönelik çözümlerin hem uyarlanabilir hem de ileriye dönük olmasını sağlayarak daha sürdürülebilir bir yol sunmaya odaklanmaktadır. Bu nedenle, önerilen yöntem sayesinde yapılan öneriler arasından Türkiye için en uygun olanı bulmak istiyoruz. X değerlendirme şirketi önerilen bu yöntemi dört farklı ülkede test etmek istiyor. There are three alternatives  $\mathcal{U} = \{u_1, u_2, u_3\}$ , alternatifler kümesi,  $Q = \{k_1, k_2\}$  tedarik kümesi, parametreler kümesi  $\epsilon = \{e_1 = \text{ulaşım}, e_2 = \text{konum}\}$  olacak şekilde parametreler  $e_i$  ( $i = 1, 2$ ) ve etki parametreler kümesi  $\Lambda = \{l_1 = \text{"çevre"}, l_2 = \text{"ekonomi"}\}$  ile gösterilsin. O hâlde;

$$\begin{aligned} \Lambda^1(u_1, k_1) &= \left\{ \frac{l_1}{(0.6)}, \frac{l_2}{(0.3)} \right\}, & \Lambda^2(u_1, k_2) &= \left\{ \frac{l_1}{(0.4)}, \frac{l_2}{(0.9)} \right\} \\ \Lambda^5(u_2, k_1) &= \left\{ \frac{l_1}{(0.4)}, \frac{l_2}{(0.8)} \right\}, & \Lambda^7(u_2, k_2) &= \left\{ \frac{l_1}{(0.2)}, \frac{l_2}{(0.5)} \right\} \\ \Lambda^{10}(u_3, k_1) &= \left\{ \frac{l_1}{(0.7)}, \frac{l_2}{(0.8)} \right\}, & \Lambda^{12}(u_3, k_2) &= \left\{ \frac{l_1}{(0.6)}, \frac{l_2}{(0.8)} \right\} \\ (N_Q, Z) &= \left\{ \left[ (e_1), \left( \frac{(u_1, k_1)}{0.3}, \frac{(u_1, k_2)}{0.7}, \frac{(u_2, k_1)}{0.5}, \frac{(u_2, k_2)}{0.5}, \frac{(u_3, k_1)}{0.5}, \frac{(u_3, k_2)}{0.6} \right) \right], \right. \\ & \left. \left[ (e_2), \left( \frac{(u_1, k_1)}{0.6}, \frac{(u_1, k_2)}{0.9}, \frac{(u_2, k_1)}{0.7}, \frac{(u_2, k_2)}{0.3}, \frac{(u_3, k_1)}{0.7}, \frac{(u_3, k_2)}{0.3} \right) \right] \right\} \end{aligned}$$

Tablo 1 EQBEK yi göstermektedir.

Aşağıdaki algoritma, Sunulan öneriler arasında en uygun öneriyi seçmek için kullanılabilir.

1.  $QBEK (N_Q, Z)$  oluşturun
2.  $EQBEK (N_Q, Z)_\Lambda$  hesaplayın,
3.  $EQBEK s_j(u, k) = \frac{|\theta|}{s(\theta)}$  hesaplayın,
4.  $\text{makss}_j$  bulun ve çıkan sonucu büyükten küçüğe sıralayın.

**Tablo 1:** EQBEK

$U \times Q$	$(u_1, k_1)$	$(u_1, k_2)$	$(u_2, k_1)$	$(u_2, k_2)$	$(u_3, k_1)$	$(u_3, k_2)$
$N(e_1)_A$	0.6	0.9	0.8	0.7	0.9	0.2
$N(e_2)_A$	0.8	1.0	0.9	0.5	0.9	0.7
$s_j(u, k)$ $= \frac{ \theta }{S(\theta)}$	0.7	0.95	0.85	0.6	0.9	0.45

Görüldüğü gibi, maksimum puan  $\max s_j = 0.95$  tir. Dolayısıyla en iyi alternatif  $(u_1)$  ve en iyi tedarikçi  $k_2$  dir.

### Sonuçlar ve Tartışmalar

Çevre politikalarını başarılı bir şekilde uygulamak ve uzun vadeli etkinliğini sağlamak için çevresel sorunları doğru bir şekilde belirlemek çok önemlidir. Bu bağlamda, Türkiye için en uygun çevre politikalarını geliştirmek için yeni bir yaklaşım önerilmektedir. Bu yaklaşımın temel bir bileşeni, özellikle zamanlamaya vurgu yapılarak çevresel zorlukları ele alırken en iyi alternatifler hakkında bilinçli kararlar alma yeteneğidir. Çevresel değerlerin korunmasının yanı sıra ekonomik hususların da önceliklendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Tüketim alışkanlıkları konusunda bilinçli seçimler yapılarak gereksiz üretim en aza indirilebilir ve böylece çevresel zarar azaltılabilir. Bu yaklaşım, çevre dostu politikaların etkili bir şekilde uygulanmasını sağlar ve sürdürülebilir bir geleceğe doğru atılan adımlara katkıda bulunur.

Çevre politikaları tasarlanırken ve çevre ekonomisi üzerine çalışmalar yapılırken, yalnızca çevresel sorunların kendisi değil, bu sorunlar arasındaki karmaşık ilişkiler de dikkate alınmalıdır. Çevresel sorunlar, yalnızca doğal kaynakların tükenmesi, kirlilik ya da iklim değişikliği gibi doğrudan etkilerle sınırlı değildir; aynı zamanda bu sorunların ekonomik, sosyal ve kültürel boyutları da vardır. Örneğin, çevresel bozulma ekonomik krizlere, tarımda verim kaybına, sağlık sorunlarına, işsizlik oranlarının artmasına ve sosyal eşitsizliklere yol açabilir. Benzer şekilde, bu çevresel faktörler, toplumsal yapıyı ve bireylerin yaşam kalitesini doğrudan etkileyebilir. Bir yandan çevre sorunları, ekonomi üzerinde baskı yaratırken, diğer yandan bu sorunlara karşı verilen yanıtlar da ekonomik ve sosyal yapıları şekillendirir. Bu karşılıklı etkileşim, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinin önünde önemli engeller oluşturabilir. Örneğin, çevresel sürdürülebilirlik için atılan adımlar, ekonomik büyümeyi teşvik etme amacıyla genellikle daha kısa vadeli ve kâr odaklı politikalarla çelişebilir. Bu nedenle, çevre politikalarının ve ekonomi alanındaki kararların, çevresel, ekonomik, sosyal ve kültürel faktörler arasındaki dinamik etkileşimleri göz önünde bulundurarak tasarlanması gerekmektedir. Aksi takdirde, tek boyutlu politikalar sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada yetersiz kalabilir ve bu da daha büyük çevresel ve toplumsal sorunların ortaya çıkmasına yol açabilir. Bu nedenle, çevre ekonomisi alanında yapılan çalışmalarda, çevresel sorunların çözümüne yönelik daha etkili stratejiler geliştirmek için bu bağlantıların kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşımdan elde edilen bulgular ve yapılan analizler, çevre ekonomisinin daha derinlemesine incelenmesine katkı sağlayabilir ve bu alandaki mevcut literatürü önemli ölçüde geliştirebilir. Başlangıçta, tek bir uzmanın bakış açısına dayanan bu tür analizler, zamanla birden fazla uzman görüşünün dahil edilmesiyle daha kapsamlı ve sağlam sonuçlara ulaşılmasına olanak tanıyacaktır. Ayrıca, yapay zekanın temel bileşenlerinden biri olan bulanık mantık gibi alternatif yöntemler kullanılarak daha sofistike analizler elde edilebilir. Bu tür yeni analizler, önceki bulgularla karşılaştırıldığında, daha doğru ve etkili karar alma süreçlerine katkı sağlayabilir, çevresel sorunlara dair daha isabetli çözümler geliştirilmesine yardımcı olabilir.



### Kaynakça

- Adam, F., Hassan, N. (2016). Multi Q-fuzzy soft expert set and its applications. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*,30(2), 943–950.
- Adam, F., Hassan, N. (2014). Q-fuzzy soft set. *Applied Mathematical Sciences*,8(174), 8689-8695.
- Adam F, Hassan N. (2014a). Operations on Q-fuzzy soft set. *Applied Mathematical Sciences*,8(175), 8697–8701.
- Adam, F., Hassan, N. (2014b). Q-fuzzy soft matrix and its application. *AIP Conference Proceedings*, 1602, 772–778, DOI: 10.1063/1.4882573.
- Adam, F., Hassan, N. (2014c). Multi Q-fuzzy parameterized soft set and its application. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(1), 419–424.
- Adam, F., Hassan, N. (2015). Multi Q-fuzzy soft set and its application. *Far East Journal of Mathematical Sciences*, 97(7), 871–881.
- Alkhazaleh, S., Salleh, A. R. (2011). Soft expert sets. *Advances in Decision Sciences*. 2011. article no. 757868
- Alkhazaleh, S., Salleh, A. R. (2014). Fuzzy soft expert set and its application. *Applied Mathematics*, 5(09), 1349-1368.
- Alhazaymeh, K., Hassan, N. (2014). Generalized vague soft expert set. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 93(3), 351–360.
- Alhazaymeh, K., Hassan, N. (2014a). Mapping on generalized vague soft expert set. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 93(3), 369–376.
- Alkhazaleh, S. (2022). Effective fuzzy soft set theory and its applications. *Applied Computational Intelligence and Soft Computing*, 2022(1), 6469745.
- Başer, Z., Uluçay, V. (2024). Effective Q-Fuzzy Soft Expert Sets and its some properties. *Uncertainty Discourse and Applications*.
- Başer, Z., Uluçay, V. (2024) Effective Q-Neutrosophic Soft Expert Sets and its application in decision making. *Algebraic Structures In the Universe of Neutrosophic: Analysis with Innovative Algorithmic Approaches*, 147.
- Daştan, M., Eygü, H. (2024). An empirical investigation of the link between economic growth, unemployment, and ecological footprint in Turkey: Bridging the EKC and EPC hypotheses. *Environment, Development and Sustainability*, 26(7), 18957-18988.
- Demir, S., Guzel, A. (2024). Revisiting policy and practices of sustainable development in Turkey. *Environment, Development and Sustainability*, 1-23.
- Degirmencioglu Aydin, N., Aydin, M. (2024). An environmental impact assessment of major economic sectors in Turkey: Economics and law perspective. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(2), 5893-5913.
- Öztürk, T., Durak, İ. N. (2024). EU Environmental Policies in the Context of Green Theory and Türkiye's adaptation process. *Alanya Akademik Bakış*, 8(1), 224-226.
- Hazaymeh, A.A, Abdullah I.B., Balkhi and Ibrahim, R. I. (2012). Generalized fuzzy soft expert set. *Journal of Applied Mathematics*, Article ID 328195 DOI: 10.1155/2012/328195.
- Hassan, N., Alhazaymeh, K. (2013). Vague soft expert set theory. *AIP Conference Proceedings*, 1522, 953–958, DOI: 10.1063/1.4801233.
- Hassan, N., Alhazaymeh, K. (2013a). Generalized vague soft expert set theory, *AIP Conference Proceedings*, 1571, 970–974, DOI: 10.1063/1.4858779.
- Hazaymeh, A. (2024). Time effective fuzzy soft set and its some applications with and without a neutrosophic. *International Journal of Neutrosophic Science*, (2), 129-29.
- Kılıç, S. (2013). Sürdürülebilir kalkınma anlayışının ekonomik boyutuna ekolojik bir yaklaşım. *Mİstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, (47).

- 
- Kizilaslan, N., Gürler, A. Z., Kizilaslan, H. (2007). An analytical approach to sustainable development in Turkey. *Sustainable Development*, 15(4), 254-266.
- Maji, PK., Biswas, R., Roy, AR (2001). Fuzzy soft sets. *Journal of Fuzzy Mathematics*, 9, 589-602.
- Maji, PK, Biswas, R., Roy, AR. (2003). Soft set theory. *Computers & Mathematics with Applications*, 45, 555-562. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(03\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(03)00016-6).
- Molodtsov, D. (1999). Soft set theory—first results. *Computers & Mathematics with Applications*, 37, 19-31. [https://doi.org/10.1016/S0898-1221\(99\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0898-1221(99)00056-5).
- Roy, A. R., Maji, P. K. (2007). A fuzzy soft set theoretic approach to decision making problems. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 203, 412-418. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2006.04.008>.
- Tahtalıoğlu, H., Kulac, O. (2019). The role of education in realizing sustainable development in Turkey. *Agathos: An International Review of the Humanities & Social Sciences*, 10(1).
- Uluçay, V., Şahin, M. (2024). Intuitionistic fuzzy soft expert graphs with application. *Uncertainty discourse and applications*, 1(1), 1-10.
- Uluçay, V., Okumuş, N. (2024). A new generalized similarity measure based on intuitionistic trapezoidal fuzzy multi-numbers: Turkey's sustainable tourism economy strategy application. *Journal of Fuzzy Extension and Applications*, 5(2), 238-250.
- Uluçay, V., Şahin, N. M. (2023). Some harmonic aggregation operators with trapezoidal fuzzy multi-numbers: Application of Law. *2023 Neutrosophic SuperHyperAlgebra And New Types of Topologies*, 202.
- Yang, X., Lin, T.Y, Yang, J, Li, Y., Yu, D. (2009). Combination of interval-valued fuzzy set and soft set. *Computers & Mathematics with Applications*, 58, 521-527. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2009.04.019>
- Zadeh, LA (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8, 338-353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zadeh, LA (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate Reasoning-I. *Information Sciences*, 8, 199-249.
-