



Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi

Yıl: 2026 Sayı: (19) ss: 1-19

Academic Review of Economics and Administrative Sciences

Year: 2026 Issue: (19) pp: 1-19

<http://dergipvd.org/tr/pub/ohuiibf/>

ISSN: 2564-6931

DOI: 10.25287/ohuiibf.1731887

Geliş Tarihi/Received: 01/07/2025

Kabul Tarihi/Accepted: 30/03/2026

Yayınlanma Tarihi/Published: 30/03/2026

Araştırma Makalesi  
Research Article

## YEŞİL GÜMRÜK GİRİŞİMİ KAPSAMINDA SINIR KAPILARINDA ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN GELİŞTİRİLMESİNE YÖNELİK POLİTİKA ÖNERİLERİ: BULANIK ÇKKV TABANLI BİR YAKLAŞIM

İpek GÜRİSOY<sup>1</sup>

### Öz

Uluslararası ticaretin düzenlenmesinde ve ulusal güvenliğin sağlanmasında büyük bir öneme sahip gümrüklerde çevre dostu malların ticaretinin kolaylaştırılması ve çevreye zararlı malların yasadışı ticaretinin önlenmesi amacıyla yeşil gümrük girişimi başlatılmıştır. Bu araştırmada, yeşil gümrük girişimi kapsamında Türkiye'deki sınır kapılarında çevresel sürdürülebilirliğin geliştirilmesine yönelik politikaların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede, teknolojik altyapı, bölgesel iş birliği, vergi indirimi, yenilenebilir enerji kullanımı, iç çevre yönetim sisteminin kurulması ve personel eğitimi olmak üzere toplamda altı kriter belirlenmiştir. Belirlenen bu kriterlere ilişkin ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş ve alanında uzman dokuz katılımcıdan elektronik ortamda veriler toplanmıştır. Toplanan veriler, Aralık Değerli Pisagor Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular, %43,58'lik ağırlık ile teknolojik altyapının en önemli kriter olarak ilk sırada yer aldığını göstermiştir. Bu kriteri %17,56'lık ağırlık ile bölgesel iş birliği takip etmiştir. Son sırada ise %5,94'lük ağırlık ile personel eğitimi kriteri yer almıştır. Araştırma kapsamındaki tüm kriterlerin belirli bir önem derecesine sahip olması, sınır kapılarında çevresel sürdürülebilirliği destekleyecek söz konusu politikaların geliştirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler** : Yeşil Gümrük, Sürdürülebilirlik, Uluslararası Ticaret, Bulanık Karar Verme.

**Jel Sınıflandırılması** : C44, F4, F18, L91.

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Tarsus Üniversitesi, [ipekgursoy@tarsus.edu.tr](mailto:ipekgursoy@tarsus.edu.tr), ORCID:0000-0002-6409-7177

### Atıf/Citation:

Gürsoy, İ. (2026). Yeşil Gümrük Girişimi Kapsamında Sınır Kapılarında Çevresel Sürdürülebilirliğin Geliştirilmesine Yönelik Politika Önerileri: Bulanık ÇKKV Tabanlı Bir Yaklaşım. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 19, 1-19. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1731887>

# POLICY RECOMMENDATIONS FOR IMPROVING ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AT BORDER GATES WITHIN THE SCOPE OF THE GREEN CUSTOMS INITIATIVE: A FUZZY MCDM-BASED APPROACH

## **Abstract**

*Customs, which is of great importance in regulating international trade and ensuring national security, has launched a green customs initiative to facilitate the trade of environmentally friendly goods and prevent illegal trade in environmentally harmful goods. The aim of this study is to identify policies for improving environmental sustainability at border gates in Türkiye within the scope of the green customs initiative. In this framework, a total of six criteria were identified: technological infrastructure, regional cooperation, tax reduction, use of renewable energy, establishment of an internal environmental management system and personnel training. Pairwise comparison matrices were created for these criteria and data were collected electronically from nine expert participants. The collected data were analyzed using the Interval-Valued Pythagorean Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) method. The results showed that technological infrastructure ranked first as the most important criterion with a weight of 43.58%. This criterion was followed by regional cooperation with a weight of 17.56%. The last criterion was staff training with a weight of 5.94%. The fact that all criteria within the scope of the research have a certain degree of importance reveals the importance of developing such policies to support environmental sustainability at border gates.*

**Keywords** : Green Customs, Sustainability, International Trade, Fuzzy Decision Making.

**Jel Classification** : C44, F4, F18, L91.

## **GİRİŞ**

Uluslararası ticaret, ulusal ekonomilerin temel itici güçlerinden biri (Rotolo vd., 2018) olarak ekonomik büyümede kritik bir rol oynamaktadır (Meng vd., 2022). Son yıllarda ekonomik faaliyetlerin çevresel etkilerine yönelik artan farkındalık ve uluslararası ekonomik entegrasyonun hız kazanması, küreselleşme ile çevre arasındaki etkileşimi politika gündeminin merkezine taşımaktadır (Copeland, 2013). Çevresel sorunların sınır aşan niteliği, küresel ölçekteki otoriteleri, uluslararası ticaret ve gümrük politikalarında çevre odaklı düzenlemeler yapmaya yöneltmektedir. Bu kapsamda, Dünya Gümrük Örgütü (DTÖ), gümrük idarelerini çevre otoriteleri ve diğer kurumlar ile mevcut iş birliği düzenlemelerini güçlendirmeye ve gerektiğinde yeni iş birliği geliştirmeye teşvik etmektedir (World Customs Organization, 2025). Bu iş birliği alanlarından biri, çevreye duyarlı malların yasadışı ticaretini önlemek ve yasal ticaretini teşvik etmek amacıyla geliştirilen Yeşil Gümrük Girişimi'dir (WCO, 2023).

Günümüzde çevrenin korunması ve sürdürülebilir ticaretin kolaylaştırılması, küresel gümrük camiasının karşı karşıya olduğu en büyük zorluklar arasındadır. Bu sebeple, dünya genelindeki gümrük idareleri, bu kritik sorunları ele almak için yeşil gümrükler girişimini giderek daha fazla benimseye başlamışlardır (Männistö vd., 2024). Girişime ortak birçok çevresel anlaşma ve uluslararası örgüt bulunmaktadır. Basel, Rotterdam ve Stockholm Sözleşmeleri, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme, Minamata Sözleşmesi, Montreal Protokolü, Birleşmiş Milletler Çevre Programı, Ozon Eylem Planı, Uluslararası Kriminal Polis Teşkilatı, Kimyasal Silahların Yasaklanması Örgütü, Birleşmiş Milletler Uyuşturucu ve Suç Ofisi ve Dünya Gümrük Örgütü yeşil gümrük girişiminin ortakları arasındadır (Green Customs, 2023). Türkiye, söz konusu sözleşmelerden (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025) ve kuruluşlardan (T.C. Ticaret Bakanlığı, 2024) birçoğuna taraf ya da üye ülke konumundadır.

Yeşil gümrük girişiminin; gümrük personeli, paydaş kurumlar, ülkeler ve küresel çevre açısından çeşitli faydalar sunduğu ileri sürülmektedir (Green Customs, 2023). Literatürde, yeşil gümrük uygulamalarının mevzuata uygunluğunu inceleyen (Gültekin, 2019; Manyala, 2019; Utomo, 2026) ve yeşil gümrüklerin geliştirilmesine yönelik senaryoları (Rukanova vd., 2022; Männistö vd., 2024; Baghirov, 2025; Haziyeva, 2025; Reyes & Pérez, 2025; Rakhmatullayev, 2026) araştıran çalışmalara rastlanmaktadır. Ancak söz konusu çalışmaların büyük ölçüde kavramsal değerlendirmelere ve politika önerilerine

odaklandığı, gümrüklerde çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının bütüncül biçimde ele alınmasına ve uygulanabilir stratejilerin belirlenmesine yönelik çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

Bu bağlamda, söz konusu çalışma gümrüklerde çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarını ve yeşil gümrük politikalarının geliştirilmesine yönelik stratejileri belirlemeyi amaçlamaktadır. En uygun stratejinin seçilmesine yönelik bir karar problemini içeren bu çalışmada, kriterlerin değerlendirilmesinde aralık değerli Pisagor Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Pisagor bulanık kümelerin tercih edilmesinin sebebi ise karar vericilerin vermiş oldukları yanıtlardaki belirsizliğin en iyi şekilde yansıtılmak istenmesidir (Sahoo vd., 2025). Yeşil gümrük girişimi kapsamında Türkiye sınır kapılarında çevresel sürdürülebilirliğin geliştirilmesine yönelik faaliyetleri araştıran ve elde edilen bulgular neticesinde politika önerileri sunulan bu çalışma ile hem akademik literatüre hem de sektörel uygulamalara katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Çalışmanın devam eden birinci bölümünde yeşil gümrük girişimine yönelik kavramsal çerçeveye yer verilmiştir. İkinci bölümde, yeşil gümrük girişimi ile ilgili literatürdeki çalışmalar sunulmuştur. Üçüncü bölümde, araştırma kapsamında değerlendirmeye alınan kriterler ve kullanılan yöntemin adımları aktarılmıştır. Dördüncü bölümde, araştırmadan elde edilen bulgular sunulmuştur. Son olarak elde edilen bulgular yorumlanarak çalışmaya ilişkin genel bir değerlendirme yapılmıştır.

## I. YEŞİL GÜMRÜK GİRİŞİMİ

Yeşil Gümrük Girişimi, 2004 yılında çevreye duyarlı ürünlerin yasadışı ticaretini önlemek ve yasal ticareti kolaylaştırmak amacıyla başlatılmış çok paydaşlı bir iş birliğidir (Green Customs, 2023; United Nations Environment Programme, 2025a). Yeşil Gümrük'ün temel amacı, gümrük işlemlerini gerçekleştirirken çevresel etkilerin en aza indirgenmesidir (Haziyeva, 2025). 3-6 Kasım 2009 tarihleri arasında Güney Kore'nin Jeju ilinde WCO Asya Pasifik Bölgesi için Yeşil Gümrük Forumu düzenlenmiş ve çevreye zararlı malların yasadışı ticaretinin önlenmesine yönelik stratejiler belirlenmiştir (WCO, 2012). Uluslararası kuruluşlar arasında bir ortaklık olarak kurulan Yeşil Gümrük Girişimi'nin (WCO, 2023) ortakları Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1: Yeşil Gümrük Girişimi Ortakları



Kaynak: Green Customs (2023)

Şekil 1'den de anlaşabileceği üzere yeşil gümrük girişimi, gümrük ve sınır kontrol görevlilerinin çok taraflı çevre anlaşmaları kapsamında yer alan maddeleri denetlemeyi ve uygulama kapasitelerini artırmayı hedeflemektedir. Ozon tabakasını incelten maddeler, toksik kimyasallar, tehlikeli atıklar ve nesli tehlike altındaki türler gibi çevresel açıdan hassas ürünlere odaklanmaktadır (Green Customs, 2023; UNEP, 2025a). Yeşil Gümrük Girişimi ortaklarına ilişkin daha detaylı açıklamalara Tablo 1'de yer verilmiştir.

**Tablo 1: Yeşil Gümrük Girişim Tarafları**

| Yeşil Gümrük Girişimi Ortakları  | Açıklamaları  |
|--|---|
| <b>Basel Convention</b>  | Basel Sözleşmesi, Tehlikeli Atıkların Sınır Ötesi Taşınımının ve Bertarafının Kontrolüne İlişkin bir sözleşme olarak 22 Mart 1989'da kabul edilmiş ve 5 Mayıs 1992'de yürürlüğe girmiştir (Basel Convention, 2024).   |
| <b>Cartagena Protocol</b>  | Cartagena Protokolü, modern biyoteknolojiden kaynaklanan ve biyolojik çeşitlilik üzerinde olumsuz etkileri olabilecek genetik olarak değiştirilmiş organizmaların güvenli bir şekilde sınır ötesine hareketini sağlamak amacıyla uluslararası bir anlaşmadır. Bu anlaşma, 29 Ocak 2000'de kabul edilmiş ve 11 Eylül 2003'te yürürlüğe girmiştir (Convention on Biological Diversity, 2025).               |
| <b>INTERPOL (International Criminal Police Organization)</b>                                       | Uluslararası Kriminal Polis Teşkilatı (INTERPOL), çevresel suçlarla mücadele kapsamında yeşil gümrük girişiminin ortaklarından biridir (Green Customs, 2023).   |
| <b>CITES (Convention on the International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna)</b> | Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES), 3 Mart 1973'te Amerika Birleşik Devletleri'nin Washington, DC kentinde kabul edilmiş ve 1 Temmuz 1975 tarihinde yürürlüğe girmiştir (CITES, 2025).   |
| <b>Ozon Action</b>   | Ozon Eylemi, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) bünyesinde Montreal Protokolü'ne uyumu destekleyen bir program olarak ozon tabakasına zarar veren maddelerin yasadışı ticaretini önlemek amacıyla 1991 yılında kurulmuştur (UNEP, 2025b).  |
| <b>OPCW (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons)</b>                                 | Kimyasal Silahların Yasaklanması Örgütü (OPCW), 29 Nisan 1997'de yürürlüğe giren Kimyasal Silahlar Sözleşmesi'nin uygulayıcı organıdır. 193 üye devleti bulunan OPCW'nin amacı, kimyasal silahların kalıcı bir şekilde üretimini, stoklanmasını, transferini ve kullanımını sona erdirmektedir (OPCW, 2025).  |
| <b>Minamata Convention</b>   | Minimata Sözleşmesi, mevcut civa maddelerinin aşamalı olarak kaldırılmasını, yeni civa maddelerinin ise kullanımını yasaklayan, civa kirliliği ile mücadele ederek çevresel ve sağlık sorunlarını azaltmayı hedefleyen 16 Ağustos 2017 yılında yürürlüğe giren küresel bir anlaşmadır (Minamata Convention on Mercury, 2021).   |
| <b>Rotterdam Convention</b>  | Bazı Tehlikeli Kimyasallar ve Pestisitlerin Uluslararası Ticaretinde Ön Bildirimli Kabul Usulüne Dair Rotterdam Sözleşmesi'nin metni, 10 Eylül 1998 tarihinde Rotterdam'da imzaya açılmış ve 24 Şubat 2004 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Rotterdam Convention, 2024).  |
| <b>Stockholm Convention</b>  | Kalıcı Organik Kirleticilere İlişkin Stockholm Sözleşmesi 22 Mayıs 2001 tarihinde kabul edilmiş ve 17 Mayıs 2004 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Stockholm Convention, 2024).  |
| <b>UNEP (UN Environment Programme)</b>   | Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı ve kirlilikle mücadele etmek için hükümetler ve diğer sektörlerle birlikte çalışan, çevre konusunda önde gelen küresel otoritedir (UNEP, 2025c). BM Çevre Programı, 1972 yılında Stokholm'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı'nda oluşturulmuştur (T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2022). |
| <b>UNEP Ozone Secretariat</b>  | UNEP Ozon Sekreteryası, ozon tabakasının korunmasına dair Viyana Sözleşmesi'nin ve ozon tabakasını incelten maddelere dair Montreal Protokolü'nün uygulanmasını destekleyen bir birimdir (Green Customs, 2023).   |
| <b>UNODC (United Nations Office for Drugs and Crime)</b>   | BM Uyuşturucu ve Suç Ofisi (UNODC), dünyayı uyuşturucu, suç, terörizm ve yolsuzluk gibi konularda daha güvenli hale getirmeyi amaçlayan bir ofis olarak 1997 yılında kurulmuştur (UNODC, 2025).   |
| <b>WCO (World Customs Organization)</b>  | Dünya Gümrük Örgütü (WCO), gümrük memurlarının ve diğer kolluk kuvvetleri personelinin yasal ticareti kolaylaştırırken çevre suçlarıyla mücadele etme kapasitesini artırmak için uluslararası örgütlerin ortaklığı olan Yeşil Gümrük Girişimi'nde 2001 yılından beri aktif bir ortak olarak yer almıştır (WCO, 2009).   |

Tablo 1 incelendiğinde, yeşil gümrük girişiminin ilgili uluslararası sözleşmeler ve çok taraflı çevresel anlaşmalarla uyumlu bir şekilde ilerlediği ve aralarında güçlü bir sinerji oluşturduğu görülmektedir.

## II. LİTERATÜR TARAMASI

Gümrük idarelerinin çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasındaki rolü ve yeşil gümrük uygulamalarına yönelik politikalar son yıllarda akademik literatürde giderek daha fazla araştırılan konular arasında yer almaktadır. Männistö vd. (2024), gümrük idarelerinin faaliyetleri aracılığıyla sürdürülebilirliği nasıl teşvik edebileceklerine dair derinlemesine bilgiler sunarak Yeşil Gümrükler kavramını geliştirmeyi amaçlamışlardır. Ayrıca çalışmada, yeşil gümrük girişimlerini ele alan beş özgün vaka incelenmiş ve yeşil gümrük faaliyetlerine yönelik dünya çapındaki örneklerle yer verilmiştir. Gültekin (2019), yeşil gümrük uygulamalarının kavramsal çerçevesini, hukuki dayanağını ve Türk gümrük mevzuatında düzenleniş şeklini araştırmıştır. Çalışmada, Türkiye uygulamasında yeşil gümrük uygulamalarının kapsamına giren yükümlülüklerin ihlali halinde idari veya adli nitelikte yaptırımlar uygulandığı ancak mevzuatın tek başına yeterli olmadığı, denetimde etkinliğin sağlanması ve etkin, caydırıcı ve orantılı yaptırımlarla desteklenmesi gerektiği ileri sürülmüştür.

Rukanova vd. (2022), uluslararası ticaret, sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi hedeflerine ulaşma noktasında gümrüklerin önemli bir rol oynadığını ifade etmişler ve buna yönelik olarak yeşil gümrükler için üst düzey bir çerçeve sunmuşlardır. Bu çerçevede, yeşil gümrük politikaları, gümrük paydaşları ve gümrük faaliyetlerinin uyumlu hale getirilerek, sınır operasyonlarının yeşillendirilmesi, sürdürülebilir ticaret için sistem tabanlı kontrollerin etkinleştirilmesi ve iç çevresel performansın iyileştirilmesi önerilmiştir. Manyala (2019), yeşil gümrük girişimlerinin, avcılıkta yakalanan ve koleksiyon amaçlı saklanan hayvan parçalarının ticareti üzerine etkisini incelemiştir. Bulgular, yeşil gümrük girişiminin yasadışı ticaretle mücadelede kritik bir rol oynadığını göstermiştir. Ayrıca, gümrük memurlarının farkındalık ve teknoloji açısından güçlendirilmesi ve suçlular için açıkça belirlenmiş kovuşturma prosedürlerinin uygulanması ile nesli tükenmekte olan türlerin yasadışı ticaretinin önlenileceği ifade edilmiştir.

Haziyeva (2025), Azerbaycan gümrük otoritelerinin yeşil ekonomi ilkelerine uyum sağlama çabalarını inceleyerek, Yeşil Gümrükler Eylem Planını değerlendirmiştir. Çalışmada, mevcut Azerbaycan mevzuatı detaylı bir şekilde ele alınarak, yeşil gümrük girişimi için gerekli eylemler tespit edilmiş ve bölgesel iş birliği için potansiyel fırsatlar belirlenmiştir. Reyes & Pérez (2025), yeşil gümrük girişimi ve çok taraflı çevre anlaşmalarının Meksika'daki uygulamalarını ele almışlardır. Bu kapsamda, Meksika'nın Colima kentinde bulunan Manzanillo Gümrükleri'ni örnek bir çalışma olarak değerlendirmişlerdir. Manzanillo Gümrüklerinde mevcut altyapı ve teknolojinin, yeşil gümrük uygulamaları ve çok taraflı çevresel anlaşmalarının uygulanması için hazır olduğu ancak gümrük memurlarının ve operasyon sorumlularının eğitim seviyelerinin acil olarak iyileştirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Baghirov (2025), yeşil gümrük kavramını ve Ekonomik İşbirliği Örgütü (ECO) bölgesinde uygulanabilirliğini incelemiştir. Çalışmada, çevre dostu ürünlerin ticaretini teşvik etmek ve yasa dışı ya da tehlikeli ürünlerin hareketini engellemek amacıyla gümrük politikalarına çevresel unsurların entegrasyonu ele alınmıştır. Ayrıca Azerbaycan'ın yeşil gümrük alanındaki uygulamaları, COP29 sırasında imzalanan Bakü Deklarasyonu ve dijital teknolojilerin kullanımı değerlendirilmiş, ECO ülkelerinde sürdürülebilir kalkınmayı destekleyebilecek iş birliği önerileri sunulmuştur. Rakhmatullayev (2026), gıda ithalatında gümrükleme süreçlerinin basitleştirilmesini ve özellikle "yeşil" gümrük koridorlarının dijitalleştirilmesinin ekonomik etkilerini incelemiştir. Çalışmada, bozulabilir gıda ürünlerinde gümrükleme süresinin kısaltılması ve ulusal gıda güvenliğinin sağlanmasının önemi vurgulanmıştır. Ayrıca yapay zekâ tabanlı risk yönetim sistemleri ve dijital beyanname uygulamalarının tedarik zinciri verimliliğine katkısı değerlendirilmiştir. Bunun yanında gümrük hatalarının azaltılması ve bitki sağlığı ile veterinerlik kontrollerinin tek bir dijital platformda entegre edilmesine yönelik öneriler sunulmuştur. Utomo (2026), Endonezya'da uluslararası çevre suçlarıyla mücadelede gümrük sisteminin karşılaştığı sorunları incelemiştir. Çalışmada, yasadışı yaban hayatı ticareti, tehlikeli atık kaçakçılığı ve kaçak kereste ticaretinin ülke için önemli bir tehdit oluşturduğu belirtilmiştir. Ayrıca, gümrük sisteminde kurumlar arası koordinasyon eksikliği, teknolojik altyapı yetersizliği ve sınırlı insan

kaynağı gibi sorunlar ortaya konulmuştur. Bu doğrultuda, çevre suçlarıyla mücadeleyi güçlendirmek amacıyla yeşil gümrük uygulamalarını temel alan bir politika çerçevesi önerilmiştir.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, yeşil gümrük uygulamalarının çoğunlukla kavramsal çerçevesi, ülke örnekleri veya genel politika önerileri üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Ancak sınır kapılarında çevresel sürdürülebilirliğin geliştirilmesine yönelik kriterlerin sistematik olarak değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma, yeşil gümrük girişimi kapsamında söz konusu kriterleri bulanık ÇKKV yaklaşımıyla analiz ederek literatüre katkı sunmayı amaçlamaktadır.

### III. METODOLOJİ

Araştırmada, ilk olarak yeşil gümrük girişimi kapsamında Türkiye sınır kapılarında çevresel sürdürülebilirliğin geliştirilmesine yönelik uygulamaların belirlenmesine yönelik kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterlere yönelik ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve elektronik ortamda oluşturulan form ile alanında uzman dokuz karar vericiden veriler toplanmıştır. Toplanan veriler, aralık değerli Pisagor Bulanık AHP yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu yöntem, karar verme süreçlerinde ortaya çıkan belirsizlik ve muğlak bilgilerin daha etkin biçimde ele alınmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, karar vericilerin değerlendirmelerindeki farklılıkların ve belirsizliğin modele daha gerçekçi şekilde yansıtılmasını desteklemektedir (Sahoo vd., 2025). Bu nedenle kriterlerin göreceli önemlerinin daha güvenilir biçimde belirlenmesi amacıyla aralık değerli Pisagor Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır.

Literatür taraması sonucu elde edilen değerlendirme kriterleri ve açıklamalarına Tablo 2’de yer verilmiştir.

**Tablo 2: Kriterler ve Açıklamaları**

| Kodu | Kriter                                | Açıklama  | Kaynak  |
|------|---------------------------------------|---|---|
| K1   | Teknolojik Altyapı                    | Kağıtsız gümrük uygulamaları ve dijitalleşme ile süreçlerin yönetilmesi ve çevreye olumlu yönde fayda sağlanması.   | Rukanova vd., 2022; Männistö vd., 2024; Ishchuk vd., 2024; Haziyeva, 2025                 |
| K2   | Bölgesel İş Birliği                   | Üniversite ve sanayi iş birliği ile çevre dostu çözümler üretilmesi, yeşil gümrük girişimini artırmaya yönelik bölgesel iş birliği sağlanması.  | Männistö vd., 2024; Pauwelyn, 2024; Haziyeva, 2025  |
| K3   | Vergi İndirimi                        | Çevre dostu araçların ithalatında vergi indirimi sağlanması.  | Haziyeva, 2025  |
| K4   | Yenilenebilir Enerji Kullanımı        | Gümrüklerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ihracatına yönelik teşvik sağlanması.   | Männistö vd., 2024; Haziyeva, 2025  |
| K5   | İç Çevre Yönetim Sisteminin Kurulması | Gümrük İdareleri tarafından ISO 14001 sertifikasında belirlenen şartlar dikkate alınarak, iç çevre politikasının oluşturulması, bu politikaya uygun olarak çalışanlar için bir çevre yönetim sisteminin geliştirilmesi. | Haziyeva, 2025  |
| K6   | Personel Eğitimi                      | Gümrük idarelerinin yöneticilerinin ve gümrük memurlarının eğitilmesi ve sisteme adaptasyonunun sağlanması.   | Manyala, 2019; Männistö vd., 2024; Ishchuk vd., 2024; Haziyeva, 2025, Reyes & Pérez, 2025 |

Belirlenen kriterlere ilişkin uzman görüşleri, elektronik ortamda hazırlanan anket formu aracılığıyla toplanmış olup, uzmanlara ilişkin demografik bilgiler Tablo 3’te sunulmuştur.

**Tablo 3: Karar Vericiler Hakkındaki Bilgiler**

| Karar Vericiler | Tecrübe | Eğitim Seviyesi | Birim                                 | Unvan                     |
|-----------------|---------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------|
| KV-1            | 10+ yıl | Lisans          | Gümrük Müşavirlik Firması             | Gümrük Müşaviri           |
| KV-2            | 5+ yıl  | Yüksek Lisans   | Gümrükler Muhafaza Genel Müdürlüğü    | Muhafaza Memuru           |
| KV-3            | 10+ yıl | Yüksek Lisans   | Yetkilendirilmiş Gümrük Müşavirliği   | Gümrük Müşavir Yardımcısı |
| KV-4            | 20+ yıl | Yüksek Lisans   | Gümrük ve Dış Ticaret Bölge Müdürlüğü | Bölge Müdür Yrd.          |
| KV-5            | 10+ yıl | Doktora         | Maliye Bölümü                         | Akademisyen               |
| KV-6            | 15+ yıl | Doktora         | Gümrük İşletme Bölümü                 | Akademisyen               |
| KV-7            | 20+yıl  | Doktora         | Ekonometri Bölümü                     | Akademisyen               |
| KV-8            | 10+ yıl | Doktora         | Dış Ticaret Bölümü                    | Akademisyen               |
| KV-9            | 10+ yıl | Doktora         | T.C. Ticaret Bakanlığı                | Ticaret Uzmanı            |

Uzman görüşleri alındıktan sonra kriterlerin önem dereceleri aralık değerli Pisagor Bulanık AHP yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

### III.I. Aralık Değerli Pisagor Bulanık AHP Yöntemi

Bulanık küme teorisi, Zadeh (1965) tarafından karar verme süreçlerinde belirsizliğin üyelik dereceleriyle modellenmesini sağlamak üzere geliştirilmiştir (Alam vd., 2025). Yager (2013) tarafından ilk kez ortaya atılan Pisagor bulanık kümeleri, Atanassov (1986) tarafından geliştirilen sezgisel bulanık kümelerinin yararlı bir uzantısıdır (Zhang, 2016). Pisagor bulanık kümelerin temel özelliği, belirsizliğin daha ayrıntılı bir temsilinin gerekli olduğu durumlarda özellikle faydalı olmalarıdır (Sahoo vd., 2025). Karar alma süreçlerinde, karar vericinin üyelik fonksiyonu ve üye olmama fonksiyonu hakkındaki tercihlerini ifade etmek için aralıkları kullanmasının daha uygun olması sebebiyle Zhang (2016) tarafından aralık değerli Pisagor bulanık sayılar önerilmiştir (Hu vd., 2025). Günümüzde ise karar verme sürecinde, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde aralık değerli Pisagor bulanık kümeleri ile Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) sıklıkla kullanılmaktadır (Luo vd., 2023). AHP yöntemi, kriterlerin ağırlıklandırılmasını sağlayan çok kriterli karar verme yöntemidir (Saaty, 1988; Oh vd., 2025). Aralık değerli Pisagor bulanık AHP yöntemi, klasik AHP yaklaşımının, aralık değerli Pisagor bulanık sayılarla genişletilerek uyarlanması sonucu geliştirilen bir karar verme yöntemidir (İlbarhar & Kahraman, 2018). Yöntemin adımları aşağıda sıralanmaktadır (Erdoğan vd., 2019; Coşkun vd., 2019; Bhat vd., 2021; Ayyıldız & Taşkın Gümüş, 2021; Köse vd., 2022; Çalık vd., 2023; Erdebilli vd., 2023; Milošević vd., 2023; Singer & Özşahin, 2023; Ayyıldız vd., 2023; Akargöl vd., 2024; Gürsoy, 2024; Oh vd., 2025):

**Adım 1:** İlk adımda dilsel terimlere dayalı ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

**Adım 2:** İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranı (CR), matris tutarlılık indeksinden (CI) sonra hesaplanır. CR katsayısı, 0.1'e eşit veya daha küçükse, matris tutarlı olarak kabul edilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (1)$$

ardından CR hesaplanmaktadır;

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

**Adım 3:** Denklem 3 ve Denklem 4 kullanılarak farklar matrisi hesaplanır.

$$d_{ij}^L = (\mu_{ij}^L)^2 - (v_{ij}^U)^2 \quad (3)$$

$$d_{ij}^U = (\mu_{ij}^U)^2 - (v_{ij}^L)^2 \quad (4)$$

**Adım 4:** Denklem 5 ve Denklem 6 kullanılarak çarpımsal matris hesaplanır.

$$s_{ijL} = \sqrt{1000^{d_{ijL}}} \quad (5)$$

$$s_{ijU} = \sqrt{1000^{d_{ijU}}} \quad (6)$$

**Adım 5:** Denklem 7 kullanılarak tereddüt dereceleri hesaplanır.

$$h_{ij} = 1 - (\mu_{ijU}^2 - \mu_{ijL}^2) - (v_{ijU}^2 - v_{ijL}^2) \quad (7)$$

**Adım 6:** Denklem 8 kullanılarak normalize edilmemiş ağırlıklar hesaplanır.

$$t_{ij} = \left( \frac{s_{ijL} + s_{ijU}}{2} \right) h_{ij} \quad (8)$$

**Adım 7:** Denklem 9 kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenir.

$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^m t_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m t_{ij}} \quad (9)$$

Araştırmada kullanılan kriter karşılaştırma ölçeğine Tablo 4'te yer verilmiştir.

**Tablo 4: Aralık Değerli Pisagor Bulanık AHP için Ağırlıklandırma Ölçeği**

| Dilsel Terimler               | Aralık Değerli Pisagor Bulanık Sayılar |         |       |       |
|-------------------------------|--|---------|-------|-------|
|                               | $\mu_L$                                | $\mu_U$ | $v_L$ | $v_U$ |
| KD - Kesinlikle Düşük Önem    | 0,00                                   | 0,00    | 0,90  | 1,00  |
| ÇD - Çok Düşük Önem           | 0,10                                   | 0,20    | 0,80  | 0,90  |
| D - Düşük Önem                | 0,20                                   | 0,35    | 0,65  | 0,80  |
| OD - Orta Düzeyde Düşük Önem  | 0,35                                   | 0,45    | 0,55  | 0,65  |
| E - Eşit Önem                 | 0,45                                   | 0,55    | 0,45  | 0,55  |
| OY - Orta Düzeyde Yüksek Önem | 0,55                                   | 0,65    | 0,35  | 0,45  |
| Y - Yüksek Önem               | 0,65                                   | 0,80    | 0,20  | 0,35  |
| ÇY - Çok Yüksek Önem          | 0,80                                   | 0,90    | 0,10  | 0,20  |
| KY - Kesinlikle Yüksek Önem   | 0,90                                   | 1,00    | 0,00  | 0,00  |

**Kaynak:** Ilbahar vd. (2018), Erdoğan vd. (2019), Ayyıldız & Taşkın Gümüş (2021), Köse vd. (2022), Yalçınkaya & Cebi (2023), Singer ve Özşahin (2023), Akargöl vd. (2024), Gürsoy (2024), Oh vd. (2025)

#### IV. BULGULAR

Araştırma kapsamında değerlendirmeye alınan 6 kriter ile 9 karar vericinin dilsel değerlendirmelerine sırasıyla Tablo 5'te yer verilmiştir.

**Tablo 5: İkili Karşılaştırmalar Matrisi**

|    | K1                           | K2                                      | K3                                      | K4                                      | K5                                      | K6                                       |
|----|------------------------------|---|---|---|---|--|
| K1 | E, E, E, E, E<br>,E, E, E, E | KY, OY, KD,<br>OY, OY, Y,<br>KY, OY, OD | Y, KY, OD,<br>KY, ÇY, E,<br>ÇY, OY, OY  | D, OD, OY,<br>KY, OD, OY,<br>OY, KY, OD | OD, ÇY, Y,<br>KY, ÇY, OY,<br>ÇY, KY, KY | OY, ÇY, D,<br>KY, ÇY, OD,<br>ÇY, KY, KY  |
| K2 |                              | E, E, E, E, E,<br>E, E, E, E            | OD, ÇY, KY,<br>OY, ÇY, E,<br>OD, OY, ÇY | KD, KD, KY,<br>Y, OD, OY,<br>KD, ÇY, OY | KD, OY, KY,<br>Y, OY, OY,<br>ÇD, ÇY, ÇY | OD, OY, OY,<br>Y, ÇY, OD,<br>OD, ÇY, KY  |
| K3 |                              |   | E, E, E, E, E,<br>E, E, E, E            | KD, KD, OY,<br>E, ÇD, E, D,<br>ÇY, E    | KD, OD, KY,<br>Y, OD, OY,<br>OD, OY, OY | OD, OD, OD,<br>OY, OY, OD,<br>OY, ÇY, ÇY |
| K4 |                              |   |   | E, E, E, E, E,<br>E, E, E, E            | OY, KY, OY,<br>OY, ÇY, E,<br>OY, OD, ÇY | KY, KY, ÇD,<br>E, KD, OD,<br>ÇY, OY, ÇY  |
| K5 |                              |   |   |   | E, E, E, E, E,<br>E, E, E, E            | KY, OY, ÇD,<br>OD, OY, OD,<br>ÇY, OY, OY |
| K6 |                              |   |   |   |   | E, E, E, E, E,<br>E, E, E, E             |

Dilsel değerlendirmelere dayalı ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranları hesaplanmış ve bu değerlere Tablo 6'da yer verilmiştir.

**Tablo 6: Matrislerin Tutarlılık Oranları**

|                  | CR Katsayısı |
|------------------|--------------|
| Karar Verici - 1 | 0,04391      |
| Karar Verici - 2 | 0,06992      |
| Karar Verici - 3 | 0,08463      |
| Karar Verici - 4 | 0,01155      |
| Karar Verici - 5 | 0,06305      |
| Karar Verici - 6 | 0,03777      |
| Karar Verici - 7 | 0,08064      |
| Karar Verici - 8 | 0,05669      |
| Karar Verici - 9 | 0,09518      |

Tablo 6'da yer verildiği üzere, tutarlılık oranlarının 0.10 eşik değerinin altında kalması, karşılaştırma matrislerinin tutarlılığını doğrulamaktadır (Palaz & Kovancı, 2008; Tezcan, 2024).

Tutarlılık oranlarının hesaplanmasının ardından, uzman görüşleri IVPFWG (Interval-Valued Pythagorean Fuzzy Weighted Geometric Operatör) operatörü aracılığıyla birleştirilmiştir. Burada,  $\Psi$  tüm aralık değerli Pisagor bulanık sayıların kümesini ifade etmektedir. Ayrıca,  $\alpha_j = \left( \left[ \mu_{\alpha_j}^L, \mu_{\alpha_j}^U \right], \left[ v_{\alpha_j}^L, v_{\alpha_j}^U \right] \right)$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) aralık değerli Pisagor bulanık sayılardan oluşan bir koleksiyonu temsil etmektedir. Bu bağlamda, IVPFWG operatörü aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır (Rahman vd., 2017; Gürsoy, 2024):

$\Psi^n \rightarrow \Psi$ , eğer,

$IVPFWG_w(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n)$

$$= \left( \left[ \left[ \prod_{j=1}^n \left( \mu_{\alpha_j}^L \right)^{w_j}, \prod_{j=1}^n \left( \mu_{\alpha_j}^U \right)^{w_j} \right], \left[ \sqrt{1 - \prod_{j=1}^n \left( 1 - \left( v_{\alpha_j}^L \right)^2 \right)^{w_j}}, \sqrt{1 - \prod_{j=1}^n \left( 1 - \left( v_{\alpha_j}^U \right)^2 \right)^{w_j}} \right] \right)$$

formülasyonda,  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$   $\alpha_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ )'nin ağırlıklı vektörünü temsil etmektedir. Burada,  $w_j \in [0, 1]$  ve  $\sum_{i=1}^n w_j = 1$  şartları altında kullanılan IVPFWG, aralık değerli Pisagor bulanık ağırlıklı geometrik operatör olarak tanımlanmaktadır. Eğer  $w = \left( \frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n} \right)^T$  ise aralık değerli Pisagor bulanık ağırlıklı geometrik operatör, aralık değerli Pisagor bulanık geometrik operatöre indirgenmektedir (Rahman vd., 2017; Gürsoy, 2024).

Bu çalışmada, dokuz karar vericiden elde edilen değerlendirmeler IVPFWG operatörü aracılığıyla birleştirilmiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminin izleyen adımları kapsamında; farklar matrisi, çarpımsal matris, tereddüt dereceleri, normalize edilmemiş ağırlıklar ve nihai kriter ağırlıkları sırasıyla hesaplanmış ve Tablo 7-11 aralığında sunulmuştur.

Tablo 7'de farklar matrisine yer verilmiştir.

**Tablo 7: Farklar Matrisi**

|    | K1             | K2             | K3             | K4             | K5             | K6             |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| K1 | [-0,10; 0,10]  | [-0,31; -0,06] | [0,24; 0,45]   | [-0,09; 0,15]  | [0,40; 0,61]   | [0,20; 0,45]   |
| K2 | [-0,68; -0,41] | [-0,10; 0,10]  | [0,14; 0,34]   | [-0,74; -0,44] | [-0,40; -0,12] | [0,08; 0,29]   |
| K3 | [-0,77; -0,51] | [-0,67; -0,42] | [-0,10; 0,10]  | [-0,71; -0,43] | [-0,40; -0,15] | [-0,04; 0,17]  |
| K4 | [-0,64; -0,36] | [-0,51; -0,24] | [-0,09; 0,15]  | [-0,10; 0,10]  | [0,15; 0,36]   | [-0,42; -0,16] |
| K5 | [-0,87; -0,63] | [-0,63; -0,37] | [-0,47; -0,21] | [-0,64; -0,40] | [-0,10; 0,10]  | [-0,13; 0,10]  |
| K6 | [-0,85; -0,60] | [-0,63; -0,38] | [-0,37; -0,14] | [-0,83; -0,56] | [-0,54; -0,29] | [-0,10; 0,10]  |

Tablo 8'de çarpımsal matrisine yer verilmiştir.

**Tablo 8: Çarpımsal Matris**

|    | K1           | K2           | K3           | K4           | K5           | K6           |
|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| K1 | [0,71; 1,41] | [0,34; 0,83] | [2,28; 4,75] | [0,74; 1,66] | [3,96; 8,22] | [1,98; 4,66] |
| K2 | [0,09; 0,24] | [0,71; 1,41] | [1,60; 3,27] | [0,08; 0,22] | [0,25; 0,65] | [1,32; 2,77] |
| K3 | [0,07; 0,17] | [0,10; 0,23] | [0,71; 1,41] | [0,09; 0,23] | [0,25; 0,60] | [0,87; 1,77] |
| K4 | [0,11; 0,29] | [0,17; 0,44] | [0,73; 1,71] | [0,71; 1,41] | [1,71; 3,44] | [0,23; 0,58] |
| K5 | [0,05; 0,12] | [0,11; 0,28] | [0,20; 0,48] | [0,11; 0,25] | [0,71; 1,41] | [0,63; 1,43] |
| K6 | [0,05; 0,12] | [0,11; 0,27] | [0,27; 0,62] | [0,06; 0,14] | [0,16; 0,37] | [0,71; 1,41] |

Tablo 9’da tereddüt derecelerine yer verilmiştir.

**Tablo 9: Tereddüt Dereceleri**

|    | K1   | K2   | K3   | K4   | K5   | K6   |
|----|------|------|------|------|------|------|
| K1 | 0,80 | 0,74 | 0,79 | 0,77 | 0,79 | 0,75 |
| K2 | 0,72 | 0,80 | 0,79 | 0,70 | 0,73 | 0,78 |
| K3 | 0,74 | 0,75 | 0,80 | 0,72 | 0,75 | 0,79 |
| K4 | 0,72 | 0,73 | 0,76 | 0,80 | 0,80 | 0,74 |
| K5 | 0,76 | 0,74 | 0,74 | 0,76 | 0,80 | 0,77 |
| K6 | 0,75 | 0,74 | 0,76 | 0,74 | 0,75 | 0,80 |

Tablo 10’da normalize edilmemiş ağırlıklara yer verilmiştir.

**Tablo 10: Normalize Edilmemiş Ağırlıklar**

|    | K1   | K2   | K3   | K4   | K5   | K6   |
|----|------|------|------|------|------|------|
| K1 | 0,85 | 0,43 | 2,77 | 0,92 | 4,80 | 2,50 |
| K2 | 0,12 | 0,85 | 1,93 | 0,10 | 0,33 | 1,60 |
| K3 | 0,09 | 0,13 | 0,85 | 0,11 | 0,32 | 1,05 |
| K4 | 0,14 | 0,22 | 0,92 | 0,85 | 2,05 | 0,30 |
| K5 | 0,06 | 0,15 | 0,25 | 0,14 | 0,85 | 0,79 |
| K6 | 0,07 | 0,14 | 0,34 | 0,07 | 0,20 | 0,85 |

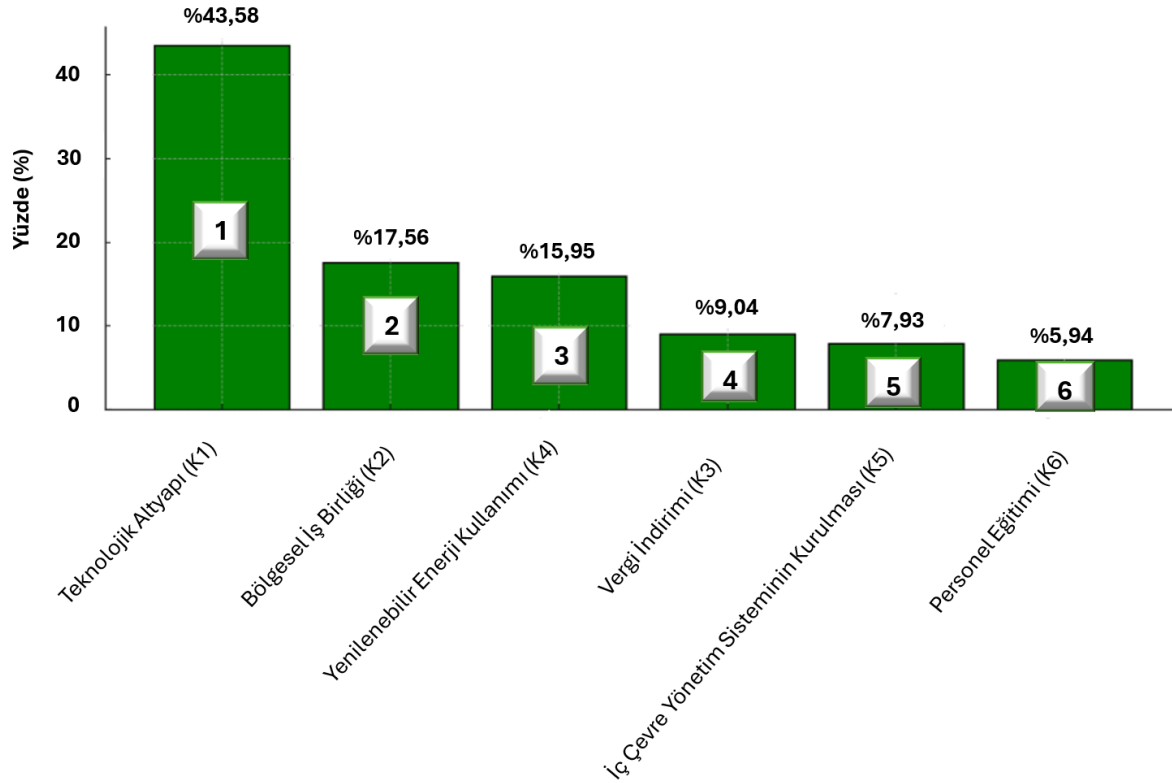
Son olarak nihai kriter ağırlıkları hesaplanmış ve Tablo 11’de bu değerlere yer verilmiştir.

**Tablo 11: Nihai Kriter Ağırlıkları**

| Kriterler                                  | Ortalama  |
|--|-----------|
| Teknolojik Altyapı (K1)                    | 0,4358116 |
| Bölgesel İş Birliği (K2)                   | 0,1756371 |
| Vergi İndirimi (K3)                        | 0,0903579 |
| Yenilenebilir Enerji Kullanımı (K4)        | 0,1595058 |
| İç Çevre Yönetim Sisteminin Kurulması (K5) | 0,0793238 |
| Personel Eğitimi (K6)                      | 0,0593637 |

Araştırma kapsamında analiz edilen kriterlerin göreceli önem düzeyleri ve buna bağlı olarak belirlenen sıralamaları Şekil 2’de görselleştirilmiştir.

**Şekil 2: Kriterlerin Sıralaması**



Şekil 2’de, yeşil gümrük girişimleri kapsamında Türkiye’deki sınır kapılarının çevresel sürdürülebilirliğinin geliştirilmesine yönelik kriterlerin önem dereceleri ve sıralamaları grafiksel olarak sunulmuştur. Yapılan analiz sonucunda, %43,58’lik ağırlık ile “Teknolojik Altyapı” kriterinin en yüksek önem derecesine sahip olduğu ve kriterler arasında ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir. %17,56 önem derecesi ile “Bölgesel İş Birliği” kriteri ikinci sırada; %15,95 önem derecesi ile “Yenilenebilir Enerji Kullanımı” kriteri üçüncü sırada; %9,04 önem derecesi ile “Vergi İndirimi” kriteri dördüncü sırada; %7,93 önem derecesi ile “İç Çevre Yönetim Sisteminin Kurulması” kriteri beşinci sırada; %5,94 önem derecesi ile “Personel Eğitimi” kriteri son sırada yer almıştır.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Son yıllarda ticaret dinamiklerinde döngüsel ekonominin ivme kazanması, çok taraflı çevresel anlaşmaların yaygınlaşması ve doğal kaynaklara ilişkin yasadışı ticaret risklerinin artması gibi unsurlar gümrüklerde çevresel sorunlara yönelik daha etkin ve proaktif bir yaklaşım benimsenmesini gerektirmektedir (WCO, 2022). Bu kapsamda, uluslararası ticarete tehlikeli atıkların ve yasaklı kimyasalların dolaşımını önleyerek çevresel güvenliği sağlamak amacıyla birçok uluslararası kuruluşun çok taraflı iş birliği doğrultusunda yeşil gümrük girişimi başlatılmıştır (UNEP, 2022).

Bu çalışmada, yeşil gümrük girişimi kapsamında sınır kapılarında çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarına yönelik kriterler belirlenmiş ve Türkiye’de yeşil gümrüklerin geliştirilmesine yönelik politikalar değerlendirilmiştir. Karar verme problemini içeren bu çalışmada, alanında uzman dokuz katılımcıdan elektronik ortamda hazırlanan anket formu ile veriler toplanmıştır. İkili karşılaştırma matrislerinden elde edilen veriler, aralık değerli Pisagor Bulanık AHP yöntemi ile analiz edilmiştir.

Analizler sonucunda, birinci sırada yer alan en yüksek önem derecesine sahip kriterin 0,4358 ağırlık ile Teknolojik Altyapı (K1) olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, yeşil gümrük uygulamalarının etkinliğinde dijitalleşme ve teknolojik kapasitenin belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Benzer şekilde Rukanova vd. (2022), Männistö vd. (2024), Ishchuk vd. (2024) ve Haziyeva (2025), yeşil gümrüklerin geliştirilmesinde kağıtsız gümrük uygulamaları ve dijitalleşmenin önemine vurgu yapmışlardır. Rakhmatullayev (2026) ise gıda ithalatında “yeşil” gümrük koridorlarının dijital dönüşümünü inceleyerek yapay zekâ ve blok zinciri teknolojilerinin gümrük sistemine entegrasyonu sayesinde gümrükleme süreleri ve maliyetlerinin azaltılabileceğini belirtmiştir. Ayrıca gümrük, bitki sağlığı ve veterinerlik kontrol sistemlerinin tek bir dijital platformda entegre edilmesinin insan faktörünü azaltarak işlem süreçlerinin daha etkin yürütülmesine katkı sağlayacağını ifade etmiştir. Benzer biçimde Baghirov (2025), teknolojinin yeşil gümrük uygulamalarının temel bileşenlerinden biri olduğunu belirtmiş ve Azerbaycan’da gümrük işlemlerinin verimliliğini artırmak amacıyla gerçek zamanlı izleme ve risk analizine olanak tanıyan yapay zekâ tabanlı gümrük altyapısına yatırım yapıldığını vurgulamıştır. Uluslararası uygulamalara paralel olarak Türkiye’de de 2019 yılından itibaren Dijital Gümrük Uygulamaları kapsamında Tek Pencere Sistemi, Kağıtsız Beyanname, Yeni Bilgisayarlı Transit Sistemi (NCTS) ve Liman-Konteyner Takip Sistemi gibi dijital çözümler hayata geçirilmiştir. Bu uygulamalarla beyannamelerin kağıt nüshalarının gümrük idarelerine ibrazı kaldırılarak işlem süreçlerinin hızlandırılması ve sürdürülebilir uygulamaların teşvik edilmesi amaçlanmıştır (Ticaret Bakanlığı, 2019; Gürsoy ve Turgut, 2022). Dolayısıyla dijital gümrük uygulamalarına geçiş, güçlü bir teknolojik altyapının göstergesi olarak yeşil gümrüklerin geliştirilmesi sürecinde atılan en önemli adımlardan biri olarak değerlendirilmektedir.

Teknolojik altyapının yanı sıra, yeşil gümrük uygulamalarının etkin şekilde hayata geçirilmesinde uluslararası ve bölgesel düzeyde kurulan iş birlikleri de önemli bir rol oynamaktadır. Nitekim analiz sonuçlarına göre ikinci sırada, 0,1756 önem derecesi ile Bölgesel İş Birliği (K2) kriteri yer almıştır. Bu bulgu, yeşil gümrük uygulamalarının yalnızca ulusal politikalarla değil, aynı zamanda ülkeler arası koordinasyon ve ortak uygulamalarla desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Utomo (2026), küresel en iyi uygulamaların analizine dayanarak yeşil gümrüklerin etkin şekilde uygulanabilmesi için ileri teknolojilerin kullanımı, veri odaklı risk yönetim sistemleri, güçlü kurumlar arası iş birliği, kapasite geliştirme programları ve destekleyici bir yasal çerçevenin bütüncül biçimde ele alınması gerektiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Haziyeva (2025), komşu ülkelerle gerçekleştirilen iş birliklerinin uzun vadeli yeşil ekonomi hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynadığını ifade etmiştir. Pauwelyn (2024), gümrük otoriteleri arasındaki iş birliğinin çevresel düzenlemelerin etkin uygulanması açısından kritik olduğunu ileri sürerken, Männistö ve vd. (2024) uluslararası ortaklarla geliştirilen iş birlikleri sayesinde çevresel sorumluluğun sınır yönetimi süreçlerine daha etkin şekilde entegre edilebileceğini ve bunun daha sürdürülebilir bir ticaret yapısına katkı sağlayacağını vurgulamıştır. Bu doğrultuda, yeşil gümrük girişimi kapsamında sınır kapılarında çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi için bölgesel ve uluslararası iş birliği mekanizmalarının geliştirilmesi önemli bir politika aracı olduğu ifade edilebilir.

Yenilenebilir Enerji Kullanımı (K4), 0,1595 ağırlık ile üçüncü sırada yer almıştır. Gümrüklerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ihracatına yönelik teşvik sağlanması gerekliliği yapılan çalışmalar (Männistö vd., 2024; Haziyeva, 2025) ile desteklenmiştir. Benzer şekilde Baghirov (2025), yenilenebilir enerji ürünleri ve diğer çevre dostu

ürünlerin ticaretinin desteklenmesi ile temiz enerji kullanımını teşvik eden politikaların uygulanmasının yeşil gümrük uygulamalarının yaygınlaştırılmasına katkı sağlayacağını ileri sürmüştür. Bu bağlamda, fosil yakıtlardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik küresel eğilim doğrultusunda lojistik ve depolama faaliyetlerinde yenilenebilir enerji kullanımının giderek daha önemli hale geldiği görülmektedir. Enerji verimliliği, alternatif enerji kaynaklarının kullanımı, dijitalleşme ve geri dönüşüm süreçlerini içeren yeşil depo uygulamalarının doğal kaynakların korunmasına katkı sağladığı ve işletmelere önemli faydalar sunduğu belirtilmektedir (Urul vd., 2026). Ayrıca sürdürülebilir nitelikteki akıllı antrepo sistemleri, lojistik faaliyetlerin dijital çözümlerle bütünleşmesini sağlayarak depo yönetiminde daha etkin ve sürdürülebilir bir yapı oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Boz vd., 2022). Bu kapsamda konteyner limanlarında bulunan antrepo ve atölye binalarının geniş çatı alanlarının güneş enerjisine dayalı sistemlerin kurulması açısından önemli bir potansiyel sunduğu ve yenilenebilir enerji kullanımını destekleyen bir altyapı oluşturduğu ifade edilmektedir (Dal & Yılmaz, 2022). Bu durum, sınır kapılarında yer alan gümrük antrepolarında yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasının yeşil gümrük girişimi kapsamında çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Vergi İndirimi (K3), 0,0904 önem derecesi ile dördüncü sırada yer almıştır. Dumbraité & Besuspariené (2024), gümrük vergilerinin çevresel etkileri düşük ürünleri teşvik ederek karbondioksit emisyonlarının azaltılmasına ve kaynakların daha verimli kullanılmasına katkı sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Haziyeva (2025), çevre dostu araçların üretimi ile bu araçların ithalatında uygulanan vergi oranları arasındaki farklılıkların azaltılması gerektiğini savunmuştur. Türkiye’de güncel düzenlemeler incelendiğinde elektrikli araçların vergi oranlarının içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla görece daha düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Bu durum, çevre dostu ulaşım teknolojilerinin yaygınlaştırılmasını destekleyen dolaylı bir teşvik mekanizması olarak değerlendirilebilir (Resmi Gazete, 2025). Özellikle karbon ayak izi düşük olan ürünlerin uluslararası ticaretinde bu tür teşvik mekanizmalarının yaygınlaştırılması yeşil gümrük uygulamalarının gelişimine katkı sağlayabilecek önemli araçlar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizmasının (SKDM) uygulanmaya başlanması ve Türkiye’de Emisyon Ticaret Sisteminin (ETS) kurulması, gümrük işlemlerinde çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi açısından önemli politika araçları olarak öne çıkmaktadır.

Beşinci sırada, 0,0793 ağırlık ile İç Çevre Yönetim Sisteminin Kurulması (K5) kriteri yer almıştır. Haziyeva (2025), gümrük idareleri tarafından ISO 14001 sertifikasında belirtilen gereklilikler dikkate alınarak, bir iç çevre politikasının oluşturulması ve bu politikayı izleyen bir iç çevre yönetim sisteminin geliştirilmesi önerisinde bulunmuştur. Türkiye’de Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi’ne geçilmiş olup (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018), benzer bir uygulamanın Gümrük İdareleri’nde de hayata geçirilmesinin, yeşil gümrüklerin yaygınlaştırılması noktasında stratejik bir adım teşkil edeceği öngörülmektedir.

Altıncı ve son sırada, 0,0594 ağırlıkla Personel Eğitimi (K6) kriterinin yer aldığı tespit edilmiştir. Gümrüklerde çevresel sürdürülebilirliğin geliştirilmesine yönelik olarak gümrük idarelerindeki yöneticilerin ve gümrük memurlarının eğitilmesi ve sisteme adaptasyonlarının sağlanması gerekliliği literatürdeki çalışmalarla (Manyala, 2019; Männistö vd., 2024; Ishchuk vd., 2024; Haziyeva, 2025; Reyes & Pérez, 2025; Baghirov, 2025; Utomo, 2026) ortaya koyulmuştur. Bununla birlikte, gümrük memurlarının çevresel sözleşmeler ve çok taraflı çevresel anlaşmalar konusundaki bilgi düzeylerinin artırılmasının, ulusal çevre yükümlülüklerinin etkin biçimde uygulanmasını kolaylaştıracağı öngörülmektedir (Green Customs, 2023). Bu kapsamda, gümrük personeline yönelik çevre ve sürdürülebilirlik odaklı eğitim programlarının geliştirilmesinin, gümrüklerde çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi açısından önemli bir adım olacağı düşünülmektedir.

Gelecek çalışmalarda, ülkemizde yeşil gümrükler olarak nitelendirilebilecek sınır kapıları tespit edilebilir. Farklı bulanık küme uzantıları ile çok kriterli karar verme teknikleri (ÇKKV) kullanılarak yeşil gümrüklerin performansları değerlendirilebilir ve elde edilen sonuçlara göre alternatifler sıralanabilir. Ayrıca sektör temsilcilerinin yeşil gümrük uygulamalarına uyum düzeyleri ve beklentilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilebilir. Bu kapsamda gümrük idareleri, lojistik firmaları, ihracatçılar ve ithalatçıların görüşlerinin alınması, yeşil gümrük uygulamalarının etkinliğinin artırılmasına yönelik politika ve uygulama önerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

---

**Etik Beyanı**

*Bu çalışmanın tüm hazırlanma süreçlerinde etik kurallara uyulduğunu yazar beyan eder. Aksi bir durumun tespiti halinde ÖHÜİBF Dergisinin hiçbir sorumluluğu olmayıp, tüm sorumluluk çalışmanın yazarına aittir. Bu çalışma, Tarsus Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Etik Kurulu'nun 26.06.2025 tarihli 103 sayılı kararıyla uygun bulunmuştur.*

---

**Ethics Statement**

*The author declares that ethical rules are followed in all preparation processes of this study. In case of detection of a contrary situation, ÖHÜİBF Journal does not have any responsibility and all responsibility belongs to the author of the study. This study was approved by the decision of Tarsus University Social and Human Sciences Research Ethics Committee dated 26.06.2025 and numbered 103.*

---

**KAYNAKÇA**

- Akargöl, İ., Karadağ, İ., & Gürcan, Ö. F. (2024). Selecting the optimal e-learning platform for universities: A pythagorean fuzzy AHP/TOPSIS evaluation. *The European Journal of Research and Development*, 4(2), 19-34. <https://doi.org/10.56038/ejrnd.v4i2.425>
- Alam, M. F. B., Bari, A. M., Tushar, S. R., & Kabir, K. A. (2025). An interval-valued Pythagorean fuzzy approach to mitigate traffic congestion in densely populated cities with implications for sustainability. *Decision Analytics Journal*, 15, 100558. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2025.100558>
- Atanassov, K. (1986). Intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1), 87-96. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(86\)80034-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(86)80034-3)
- Ayyıldız, E., & Taşkın Gümüş, A. (2021). Interval-valued Pythagorean fuzzy AHP method-based supply chain performance evaluation by a new extension of SCOR model: SCOR 4.0. *Complex & Intelligent Systems*, 7(1), 559-576. <https://doi.org/10.1007/s40747-020-00221-9>
- Ayyıldız, E., Yıldız, A., Taşkın, A., & Özkan, C. (2023). An interval valued Pythagorean fuzzy AHP integrated quality function deployment methodology for hazelnut production in Turkey. *Expert systems with applications*, 231, 120708. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120708>
- Baghirov, S. (2025). Green Customs: Alignment With Environmental Objectives In The Eco Region. *NeoEcon Review Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.71447/fjsmbk62>
- Basel Convention, 2024. History of the negotiations of the Basel Convention. Retrieved from: <https://www.basel.int/TheConvention/Overview/History/Overview/tabid/3405/Default.aspx>
- Bhat, S., Singh, A., & Qudaimi, A. (2021). A new Pythagorean fuzzy analytic hierarchy process based on interval-valued Pythagorean fuzzy numbers. *Fuzzy Optimization and Modeling Journal (FOMJ)*, 2(4), 38-51. doi: 10.30495/fomj.2021.1940078.1037
- Boz, E., Çalık, A., & Canitez, M. (2022). Akıllı ve Sürdürülebilir Depo Yönetimi. G. Akandere & F. Cura (Ed.). *Uluslararası Ticaret ve Lojistik 4.0: Güncel Trend ve Uygulamalar (1.Baskı)* içinde, (151-167). İstanbul: Eğitim Yayınevi.
- CITES, 2025. What is CITES? Retrieved from: <https://cites.org/eng/disc/what.php>
- Convention on Biological Diversity, 2025. Cartagena Protocol. Retrieved from: <https://www.cbd.int/>
- Copeland, B. R. (2013). Trade and the Environment. In *Palgrave handbook of international trade* (pp. 423-496). London: Palgrave Macmillan UK. Retrieved from: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-230-30531-1\\_15](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-230-30531-1_15)
- Coşkun, R., Kiriş, Z. N., & Tepe, S. N. (2019). A new fuzzy based marketing performance measurement model with a real case study. *Econder International Academic Journal*, 3(1), 41-73. <https://doi.org/10.35342/econder.549834>

- Çalık, A., Onifade, S. T., & Alola, A. A. (2023). Evaluating supply resilience performance of an automotive industry during operational shocks: a pythagorean fuzzy AHP-VIKOR-based approach. *Systems*, 11(8), 396. <https://doi.org/10.3390/systems11080396>
- Dal, A. R., & Yılmaz, F. (2022). Marmara bölgesindeki bir konteyner limanı için fotovoltaik enerji sistem kurulmasının tekno-ekonomik ve çevresel analizi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 416-432. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.1073878>
- Dumbrăiță, G., & Besuspariené, E. (2024). SUSTAINABLE TAX SYSTEM AND CUSTOMS DUTIES. In *Young Scientist, Conference/Jaunasis mokslininkas, konferencija* (pp. 13-16).
- Erdebilli, B., Yılmaz, I., Aksoy, T., Hacıoğlu, U., Yüksel, S., & Dinçer, H. (2023). An interval-valued pythagorean fuzzy AHP and COPRAS hybrid methods for the supplier selection problem. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 16(1), 124. <https://doi.org/10.1007/s44196-023-00297-4>
- Erdoğan, N. K., Onay, A., & Karamaşa, Ç. (2019). Measuring the performance of retailer firms listed in BIST under the balanced scorecard perspective by using interval valued Pythagorean Fuzzy AHP based Pythagorean Fuzzy TODIM Methodology. *Alphanumeric Journal*, 7(2), 333-350. <https://doi.org/10.17093/alphanumeric.451247>
- Green Customs, 2023. Who we are?, Why GCI? The Benefits of Green Customs, Green Customs Initiative Partners. Retrieved from: <https://www.greencustoms.org/who-we-are>
- Gültekin, R. (2019). Gümrük Mevzuatında “Yeşil Gümrük” Uygulamaları. XI. IBANESS Congress Series-Tekirdağ / TURKEY, 1096-1108.
- Gürsoy ve Turgut. (2022). Uluslararası Ticarete Dijital Gümrük Uygulamalarının Önemi. A. Deran, S. Şahin, M. S. Süygün (Ed.), *Dijitalleşme ve İşletmecilik Üzerine Güncel Yaklaşımlar içinde* (s. 245-267). Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Yayınları.
- Gürsoy, İ. (2024). Dış Ticaret Firmalarının Hedef Pazar Seçim Kriterlerinin Aralık Değerli Pisagor Bulanık AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama. *Journal of Management and Economics*, 31(4), 805-822. <https://doi.org/10.18657/yonveek.1468696>
- Haziyeva, S. (2025). Assessing Azerbaijan's Preparedness for Transitioning to a Green Economy: A Legal Analysis of the "Green Customs" Concept. *Gümrük ve Ticaret Dergisi*, 12(37), 46-56. Retrieved from: <https://doi.org/10.70490/gumrukticaretdergisi.1556767>
- Hu, Y., Wang, H., Li, C., Xu, A., Yi, L., Liang, C., ... & Dai, F. (2025). An integrated approach for design concept evaluation based on interval-valued Pythagorean fuzzy set and consensus model. *Kybernetes*. <https://doi.org/10.1108/K-09-2024-2356>
- İlbahar, E., & Kahraman, C. (2018). Retail store performance measurement using a novel interval-valued Pythagorean fuzzy WASPAS method. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 35(3), 3835-3846. <https://doi.org/10.3233/JIFS-18730>
- İlbahar, E., Karışan, A., Cebi, S., & Kahraman, C. (2018). A novel approach to risk assessment for occupational health and safety using Pythagorean fuzzy AHP & fuzzy inference system. *Safety science*, 103, 124-136. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.025>
- Köse, Y., Civan, H. N., Ayyıldız, E., & Çevikcan, E. (2022). An Interval valued Pythagorean Fuzzy AHP-TOPSIS integrated model for ergonomic assessment of setup process under SMED. *Sustainability*, 14(21), 13804. <https://doi.org/10.3390/su142113804>
- Luo, Y., Ni, M., & Zhang, F. (2023). A design model of FBS based on interval-valued Pythagorean fuzzy sets. *Advanced Engineering Informatics*, 56, 101957. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.101957>
- Männistö, T., Hintsala, J., Morini, C., Wong, S., Isarin, N., & Rukanova, B. D. (2024). Green Customs: How Customs Administrations Can Promote Sustainability.
- Manyala, J. O. (2019). Effect of green customs initiatives on game trophy trade in Kenya. Retrieved from: <https://ikesra.kra.go.ke/items/c24ce2a2-3825-4e8a-90a1-46f354c10bb1>

- Meng, Y., Wu, H., Wang, Y., & Duan, Y. (2022). International trade diversification, green innovation, and consumption-based carbon emissions: the role of renewable energy for sustainable development in BRICST countries. *Renewable Energy*, 198, 1243-1253. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.08.045>
- Milošević, M. R., Milošević, D. M., Stević, D. M., & Kovačević, M. (2023). Interval valued Pythagorean fuzzy AHP integrated model in a smartness assessment framework of buildings. *Axioms*, 12(3), 286. <https://doi.org/10.3390/axioms12030286>
- Minamata Convention on Mercury, 2021. About us. Retrieved from: <https://minamataconvention.org/en/about>
- Oh, Y., Pasman, H., Khan, S. A., & Park, S. (2025). Hydrogen storage selection for Saudi Arabia: A multi-criteria decision making under interval-valued Pythagorean fuzzy environment. *International Journal of Hydrogen Energy*, 105, 1281-1293. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.01.333>
- Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW), 2025. History. Retrieved from: <https://www.opcw.org/about-us/history>
- Palaz, H., & Kovancı, A. (2008). Türk deniz kuvvetleri denizaltılarının seçilimin AHP ile değerlendirilmesi. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 3(3), 53-60.
- Pauwelyn, J. (2024). 21st Century Customs Fraud: How to Effectively Enforce Sustainability Requirements on Imports?. Available at SSRN 4727779.
- Rahman, K., Abdullah, S., Shakeel, M., Ali Khan, M. S., & Ullah, M. (2017). Interval-valued Pythagorean fuzzy geometric aggregation operators and their application to group decision making problem. *Cogent Mathematics*, 4(1), 1338638. <https://doi.org/10.1080/23311835.2017.1338638>
- Rakhmatullayev, N. (2026). PROSPECTS FOR DIGITALIZING" GREEN" CUSTOMS CORRIDORS IN FOOD IMPORTS. In *Global Conference on Multidisciplinary Research and Innovation*, 7-14.
- Resmi Gazete, 2025. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2025/07/20250724-5.pdf> (Erişim Tarihi: 13.03.2026).
- Reyes, O., & Pérez, O. (2025). The Green Customs Initiative (GCI) and the Multi-lateral Environmental Agreements (MEAs): An Analysis of the Perception about its Implementation and Compliance in Customs Manzanillo, Colima, Mexico. In: Ivanova Boncheva, A., Rangel Delgado, J.E. (eds) *Transition to a Safe Anthropocene in the Asia-Pacific. The Anthropocene: Politik—Economics—Society—Science*, vol 39. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-66521-9\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-031-66521-9_16)
- Rotolo, G. C., Francis, C. A., & Ulgiati, S. (2018). Environmentally sound resource valuation for a more sustainable international trade: Case of argentine maize. *Resources, Conservation and Recycling*, 131, 271-282. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.008>
- Rotterdam Convention, 2024. History of the negotiations of the Rotterdam Convention. Retrieved from: <https://www.pic.int/TheConvention/Overview/History/Overview/tabid/1360/language/en-US/Default.aspx>
- Rukanova, B., Männistö, T., Hintsa, J., Tan, Y. H., Slegt, M., & Heijmann, F. (2022). A High-Level Framework for Green Customs and Research Agenda. In *Proceedings of the 23rd Annual International Conference on Digital Government Research* (pp. 456-458).
- Saaty, T.L. (1988). What is the Analytic Hierarchy Process?. In: Mitra, G., Greenberg, H.J., Lootsma, F.A., Rijkaert, M.J., Zimmermann, H.J. (eds) *Mathematical Models for Decision Support*. NATO ASI Series, vol 48. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-83555-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-83555-1_5)
- Sahoo, D., Parida, P. K., Baral, S. P., & Pati, B. (2025). An innovative aggregation operator for enhanced decision-making: A study on interval-valued Pythagorean fuzzy soft sets in material selection. *Applied Soft Computing*, 172, 112888. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2025.112888>
- Singer, H., & Özşahin, Ş. (2023). Applying an interval-valued Pythagorean fuzzy analytic hierarchy process to rank factors influencing wooden outdoor furniture selection. *Wood Material Science & Engineering*, 18(1), 322-333. <https://doi.org/10.1080/17480272.2021.2025427>

- Stockholm Convention, 2024. History of the negotiations of the Stockholm Convention. Retrieved from: <https://www.pops.int/TheConvention/Overview/History/Overview/tabid/3549/Default.aspx>
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2018. BAKANLIĞIMIZDA ISO 14001 ÇEVRE YÖNETİM SİSTEMİNE GEÇİLDİ. Erişim adresi: <https://destek.csb.gov.tr/bakanligimizda-iso-14001-cevre-yonetim-sistemine-gecildi-haber-232845>
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025. Stockholm Sözleşmesi. Erişim adresi: <https://onceliklikimyasallar.csb.gov.tr/stockholm-sozlesmesi-i-5175>
- T.C. Dışişleri Bakanlığı, 2022. Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP). Erişim adresi: <https://www.mfa.gov.tr/birlesmis-milletler-cevre-programi.tr.mfa>
- T.C. Ticaret Bakanlığı, 2019. Dijital Gümrük Uygulamaları. Erişim adresi: <https://ticaret.gov.tr/gumruk-islemleri/dijital-gumruk-uygulamaları>
- T.C. Ticaret Bakanlığı, 2024. Dünya Gümrük Örgütü. Erişim adresi: <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/cok-tarafli-ve-bolgesel-iliskiler/cok-tarafli-iliskiler/dunya-gumruk-orgutu>
- Tezcan, M. C. (2024). Pisagor Bulanık Kümelere Entegre AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Uçak Tipi Seçiminin Optimizasyonu: Havayolu İşlemleri İçin Model Önerisi. Journal of Aviation Research, 6(1), 1-24. <https://doi.org/10.51785/jar.1371387>
- United Nations Environment Programme (UNEP), 2022. Green Customs Guide. Retrieved from: <https://www.unep.org/resources/publication/green-customs-guide-multilateral-environmental-agreements>
- United Nations Environment Programme (UNEP), 2025a. The Green Customs Initiative. Retrieved from: <https://www.unep.org/explore-topics/environmental-governance/what-we-do/strengthening-institutions/green-customs>
- United Nations Environment Programme (UNEP), 2025b. OzonAction Protect our Earth Save the Ozone Layer. Retrieved from: <https://www.unep.org/ozonaction/>
- United Nations Environment Programme (UNEP), 2025c. About the United Nations Environment Programme. Retrieved from: <https://www.unep.org/who-we-are/about-us>
- United Nations Office on Drugs and Crime (UNODC), 2025. About us. Retrieved from: <https://www.unodc.org/unodc/en/about-unodc/index.html>
- Urul, A. A., Erkan, M., & Özdemir, İ. (2026). Yeşil Depolama Uygulamalarının Lojistik Performansa Olan Etkileri: İstanbul'da Bulunan Antrepolar Üzerine Bir Araştırma. Akademik Tarih ve Düşünce Dergisi, 13(1), 1-31. <https://izlik.org/JA47YG46KR>
- Utomo, J. C. (2026). Strengthening Indonesia's Customs Enforcement Against Transnational Environmental Crime: A Comprehensive Policy Framework for Green Customs Implementation. Edunity Kajian Ilmu Sosial dan Pendidikan, 5(1), 12-19. <https://doi.org/10.57096/edunity.v5i1.481>
- World Customs Organization (WCO), 2022. Green Customs Global Conference. Retrieved from: [https://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/research/report/wco\\_green-customs-global-conference\\_executive-summary\\_en.pdf](https://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/research/report/wco_green-customs-global-conference_executive-summary_en.pdf)
- World Customs Organization (WCO), 2009. WCO Green Customs Regional Workshop. Retrieved from: <http://wcoomd.org/en/media/newsroom/2009/july/wco-green-customs-regional-workshop.aspx>
- World Customs Organization (WCO), 2023. Transition to a circular economy and implications for Customs administrations. Retrieved from: <https://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/research/report/circular-economy-report-en.pdf?db=web>
- World Customs Organization (WCO), 2025. Customs and Environmental Policies. Retrieved from: <https://www.wcoomd.org/en/topics/customs-and-environmental-policies.aspx>

- Yager, R. R. (2013). Pythagorean membership grades in multicriteria decision making. *IEEE Transactions on fuzzy systems*, 22(4), 958-965. doi: [10.1109/TFUZZ.2013.2278989](https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2013.2278989)
- Yalçınkaya, I., & Cebi, S. (2023). Interval-Valued Pythagorean Fuzzy AHP: Evaluation of Pharmaceutical Supply Chain. In *Analytic Hierarchy Process with Fuzzy Sets Extensions: Applications and Discussions* (pp. 249-272). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-39438-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-031-39438-6_11)
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zhang, X. (2016). Multicriteria Pythagorean fuzzy decision analysis: A hierarchical QUALIFLEX approach with the closeness index-based ranking methods. *Information Sciences*, 330, 104-124. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2015.10.012>