

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi ve Tedarikçi Seçimi

Sustainable Supply Chain Management and Supplier Selection with Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methods

Burhan Ülker^{1,*} Tijen Över Özçelik²

¹ OTOKAR Otomotiv Ve Savunma Sanayi A.Ş., Sakarya, Türkiye.

² Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Sakarya, Türkiye.

Geliş / Received: 20.12.2023

Kabul / Accepted: 08.02.2024

*Sorumlu Yazar: Burhan Ülker burhanulkers@gmail.com

ÖZ: Bugünün nesillerinin gereksinimlerini giderirken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını şimdiden planlamanın önemi eskiye göre daha da artmıştır. Bu çalışmada, tedarikçi değerlendirme ve seçme sürecine sürdürülebilirlik başlığının eklenmesiyle günümüz şartlarına daha uygun hale getirilerek ve objektif değerlere bağlı kalınması amaçlanmaktadır. İlk olarak literatür araştırması yapılmış ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi kriterleri tespit edilmiştir. Daha sonra savunma sanayisinde üretim yapan ana Sanayi firmasından seçilen karar vericilerden, bu çalışmanın uygulamasında kullanılmak amacıyla belirlenmiş olan kriterleri ve alt kriterleri önem derecelerine göre değerlendirmeleri istenmiştir. Kriterlerin Bulanık AHP yöntemi ile ağırlıkları belirlenmiştir. Sürdürülebilir tedarikçi kavramının tedarikçi seçimi süreçlerine dahil olmasıyla çevre, sosyal, kalite güvence, ekonomi ve üretim kriterleri kullanılarak tedarikçi seçimi yapılmıştır. Alternatif seçiminde ise Bulanık EDAS ve Bulanık VIKOR yöntemleri kullanılmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde firmanın çalıştığı aktif tedarikçilerin sıralamalarda ilk çıktığı gözlemlenmiştir. Karar vericilerin tutarlı olduğunun bir göstergesidir. Kullanılan iki yöntemde aynı alternatifin ilk çıkması yöntemlerin doğru uygulandığını göstermektedir. Farklı çok kriterli karar verme metodlarının kombinasyonu ve ele alınan çok sayıda alt ölçütlerin sürdürülebilirlik temalı olması, mevcut çalışmalara göre bu tez çalışmasını özgün ve kaliteli kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Mantık, Çok Kriterli Karar Verme, Sürdürülebilirlik, Tedarikçi Yönetimi, Tedarik Zinciri

ABSTRACT: The importance of planning for the needs of future generations while meeting the needs of today's generations has increased even more compared to the past. In this study, it is aimed to make the supplier evaluation and selection process more suitable for current conditions by adding the sustainability topic and adhering to objective criteria. Firstly, a literature review was conducted, and the criteria for sustainable supplier selection were identified. Subsequently, decision-makers selected from the main industry company producing in the defense industry were asked to evaluate the criteria and sub-criteria determined for use in the application of this study according to their importance ratings. The weights of the criteria were determined using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) method. Sustainable supplier selection was made using environmental, social, quality assurance, economic, and production criteria with the inclusion of the concept of sustainable supply in the supplier selection processes. Fuzzy EDAS and Fuzzy VIKOR methods were used in alternative selection.

When the results were examined, it was observed that the active suppliers with whom the company works came out on top in the rankings. This is an indicator of the consistency of decision-makers. The fact that the same alternative came out on top in both methods indicates that the methods were applied correctly. The combination of different multi-criteria decision-making methods and the large number of sub-criteria considered being sustainability-themed make this thesis study original and high-quality compared to existing studies.

Keywords: Sustainability, Supply Chain, Supplier Management, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy

1. GİRİŞ

İşletmeler ürünlerinin nihai kullanıcıya ulaşmasını ve satış sonrası hizmetler dahil tüm süreçlerin yönetildiği tedarik zinciri yönetimi kavramının önemi son yıllarda önemli hale gelmiştir. Tedarik zinciri yönetimi, "ham madde tedariki, bu ham maddelerin ara mal ve nihai ürüne dönüştürülmesi ve nihai ürünlerin müşterilere dağıtılmasını içeren, üretici ve dağıtıcıların oluşturduğu bir ağ" biçiminde tanımlanmaktadır [1]. Satın almacılar, tedarik zinciri yöneticileri, akademisyenler ve politikacılar dahil artan rekabetçi küresel ortamda tedarik zinciri yönetiminin kritik rolü olduğunu ve bunu başarıyla yönetenlerin çeşitli avantajlar elde ettiğini kabul etmektedir [2]. Ekonomimiz, maddesel dünyamızın sınırlı fiziksel kaynaklarını kullanma ve işlenmemiş atıkları ele alma konularında ciddi bir baskı altındadır. Çevresel zararlar, rekabet şartları, çalışanların iş ortamı ve koşulları göz önüne alındığında işletmeler için uygun tedarikçi ile iş birliği yapmanın önemi artmaktadır. Özellikle insanlığın gezegenimize yaydığı atıkları düşündüğümüzde, gerçekten gerekli olmayan şeylerin üretimini ve tüketimini durdurmak yerine, doğanın kendi yenilenebilir kapasitesini göz önüne alarak insan ve çevre için zararlı olan üretim süreçlerini düzeltmeye odaklanan yeni üretim yöntemleri ve süreçleri geliştirmek önemlidir [3].

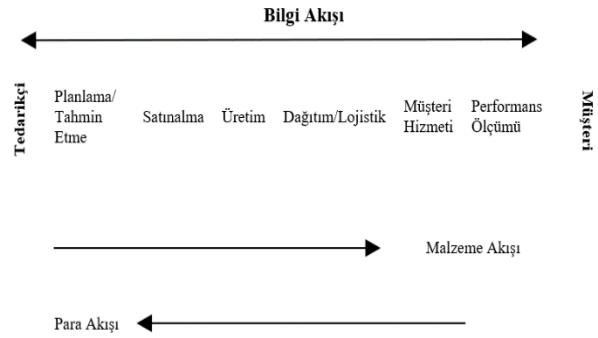
Sürdürülebilir bir perspektifle küreselleşme ve dış kaynak kullanımı, işletmelerin kurumsal gelecek stratejilerini belirleme ve rekabetçi bir ortamda varlıklarını sürdürme çabalarında sürdürülebilir tedarikçilerle çalışmasının önemini artırmaktadır [4]. Tedarikçiler sürdürülebilir tedarik zinciri çalışmalarının çevresel, ekonomik ve sosyal konularda faydalar sağlanmasında önemli rol üstlenmektedir. Çoğu şirket sürdürülebilirlik konularında hedefler belirlemişler ve bu hedeflere giderken tedarikçilerinin de aynı yolu katetmesini istemektedir. Çevre konularında ana sanayi bilinci arttıkça tedarikçilerin bilinçlerinin arttığı gözlemlenmektedir. Geçmişte sadece ekonomik ölçütlerin üzerine kurulu olan tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçilmesi, zaman geçtikçe çevresel unsurların göz önüne alınmasıyla yeşil tedarik zincirinde sürdürülebilir tedarikçi seçimine dönüşmüştür [5].

Günümüzde yapılan sürdürülebilirlik uygulamalarına bakıldığında sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi performansını arttırmak şirketlerin ana performans ölçüm kriterlerinden birisi haline gelmiştir [6].

2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Tedarik zinciri yönetimi satın alma, tedarik, lojistik, planlama ve sipariş yönetimini kapsar [7]. Görüldüğü üzere bu süreç ve akışlar karmaşık ve çok fazla aşamayı içerisinde barındırır. Tedarik zinciri kavramı bir ürünün son müşteri için orta çıkartılması ve lojistik işlemlerinin tüm tedarikçiler ve ana sanayi arasındaki ağ olarak tanımlanabilir (Tablo 1).

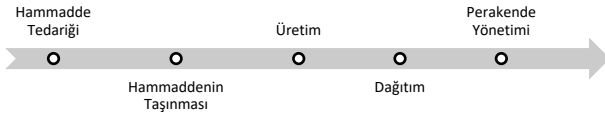
Tablo 1: Bir işletmenin tedarik zinciri gösterimi.



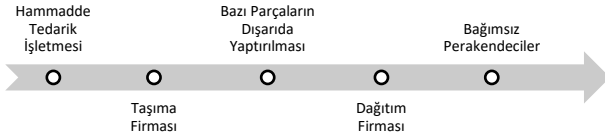
2.1 Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı

Tedarik zinciri ve yönetimi, malzeme ve nihai ürünlerin ham maddeden nihai ürün arzına kadar olan sürecin yönetimini kapsayan aynı zamanda tedarikçilerin tedarikçilerinin üretim aşamalarında diğer tedarikçilere avantaj sağlamasına yarayacak teknolojik ve yazılım dahil yeteneklerinden daha verimli faydalanma üzerine odaklanan ve sıradanlaşmış üretim, yönetim ve gelişim faaliyetlerinin ötesinde daha yenilikçi bir felsefeyle yönetilen sistemdir şeklinde tanımlanmışlardır [9]. Tedarik zinciri yönetimi tanımlarına bakıldığı zaman en çok kullanılan başlıkların birleştirilmesiyle şu şekilde bir tanım ortaya çıkmaktadır. Tedarik zinciri yönetimi, ham maddenin başlangıç noktasından nihai ürün haline ulaşana kadar geçen süreçleri kapsar. Ayrıca, ürünün araştırma ve geliştirme aşamalarındaki tüm süreçleri içerir ve bu bağlamda başlatılan araştırma ve geliştirme projelerinin yanı sıra üretim yerinin tüm yazılım bileşenlerini içinde barındırır [8].

Tedarik zinciri yönetiminin başarıya ulaşmasında stok, kalite ve zaman başlıklarının önemi bir gerçektir [10]. Şekil 1'de gösterilen geleneksel tedarik zinciri yönetimi, işletmenin ham maddeden nihai ürün olana kadar olan tüm süreçlerin işletme içerisinde gerçekleşmesini ifade eder. Aynı zamanda daha yavaş karar alma süreçlerini ve daha az operasyonu kapsar. Şekil 2'de gösterilen modern tedarik zinciri yönetimi ise işletmenin bağımsız firmalardan kendi iç süreçlerine destek aldığı durumları kapsar. Modern tedarik zinciri yönetimi daha hızlı ve verimli bir operasyonel süreçtir.



Şekil 1: Geleneksel tedarik zinciri yönetimi.



Şekil 2: Modern tedarik zinciri yönetimi.

2.2 Tedarik Zinciri Tarihçesi

1950'lerde ve 1960'larda çoğu üretici, ürün çeşidini az tutarak en az birim maliyete ulaşmayı hedefleyerek seri üretim yapmışlardır. Ürün çeşitliliği açısından bakıldığında ise müşterinin istediği ürünün önemi yoktur. Seri üretimi amaçlayan üreticilerin amacı çok fazla ürün ortaya çıkartarak bu ürün maliyetini düşürmektir. Tedarik zinciri yönetiminin geçmişi 1960'lara kadar uzanmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin birinci araştırması ve ilk adımı olarak kabul edilen fiziksel dağıtım adımı ile ilgili olarak ilk söz Bowersox tarafından yapılmıştır. Fiziksel dağıtım 1990'larda ana sanayiler, tedarikçiler ve onların tedarikçileri ile üretim süreçlerini devam ettiren yapılan iş birlikleri, satın alma ve tedarik birimlerinin şirket binasında bir arada çalışan yeni bir akım haline geleceği tedarik zinciri yönetiminin bir parçası olarak tanınmaya başlanmıştır [11]. 1970'lere geldiği zaman Malzeme İhtiyaç Planlaması sisteminin keşfedilmesiyle üst düzey şirketlerin liderleri maliyet, kalite, ar-ge ve sevkiyat performansı gibi konuları daha fazla incelemeye başlamışlardır [12]. 1970'lerde Üretim Kaynak Planlaması (günümüzde MRP olarak bilinen) popülerleşmeye başlamıştır ve üretim sektörünün

yöneticileri birim üretim maliyeti, kalite performansı, ür-ge ve sevkiyat performansını arttırıcı etkisini farkına varmaya başladılar. 1970'lerin başında Toyota Motor Company'nin başkan yardımcısı Taiichi Ohno tarafından JIT yöntemi geliştirilmiştir [13]. JIT, üretim sürecindeki israfı tamamen ortadan kaldırma ve üretim süreçlerini optimal iyileştirerek bunu uygulamayan üreticilere üstünlük sağlama fikrine dayanan sürekli üretim iyileştirme yaklaşımıdır. 1980'lerin başında batı tarafından duyulan bu yöntem, 1980'lerin sonunda artık bu sürekli iyileştirme yöntemini yaygın şekilde uygulamaya başlamışlardır. Tüm bu çalışmalar ve geliştirmeler sonucu satın alma, planlama ve lojistik departmanlarının yöneticileri, tedarik edilen malzemelerin yönetimi konusunu geliştirerek aslında bugün popüler bir kavram olan tedarik zinciri yönetimi kavramını ortaya çıkarttılar. 1990'lardan sonra tedarik zinciri kavramı tedarikçi sevkiyat performansı, kalite ve fiyat başlıkları altında sürekli gelişmeye devam etmiştir. 2000'lere yaklaşırken küreselleşen dünya düzeninde pazar rekabeti sertleşerek artmıştır. Müşterilerin davranışları değişmiştir ve artık müşteri kendine özel ürünler istemeye başlamıştır [14]. Şirketler artık farklı departmanlar kurmaya ve geçmiş hiyerarşilerini değiştirmeye başlamışlardır.

2.3 Tedarik Zinciri Amaç ve Faydaları

Tedarik Zinciri Yönetimi'nin amacı, zincirin her halkasının sorunsuz ve en optimal şekilde çalışmasını sağlamaktır. Bu halkalar zincirdeki her faaliyeti temsil etmektedir ve aynı zamanda bu faaliyetlerin günümüz şirketler arası rekabette sorunsuz çalışması ve müşteriye istediği ürünün ulaşmasını sağlamaktadır [15].

Tedarik zinciri eğer etkin bir şekilde kullanılırsa ulaşılması beklenen hedefler şu şekildedir [16].

- Satın alma kalifiyesini arttırmak,
- Ürün ve bilgi akışının sürekli olmasını sağlamak,
- Yönetim maliyetlerini optimal seviyeye indirmek,
- Yedek parka ve servis hizmetlerini iyileştirerek en iyi seviyeye ulaştırmak,
- Stok maliyetlerini optimal seviyeye indirmek,
- Tedarikçi geliştirme ve seçme faaliyetlerini çok iyi yapmak.

2.4 Covid-19 Etkisi Altında Tedarik Zinciri Yönetimi

COVID-19, günümüzde üretim açısından çok öneme sahip Çin'de ilk defa görülmüştür. Wuhan'dan dünyaya sıçramıştır. Dünya Sağlık Örgütü tarafından küresel salgın ilan edilmiştir. Ülkelerin salgınla başa çıkma amacıyla aldıkları sokağa çıkma ve kapanma kararları sanayileri durma noktasına kadar getirmiş ve çoğu sanayi durmuştur. Çin dünyanın en büyük ham madde tedarikçisi ve üreticisi olma yolundaki son yıllardaki atağı tüm dünya çağında bilinmektedir. Wuhan bölgesi ise bu konuda adeta merkez gibidir. Bu sebeple Wuhan'da başlayan salgın tüm dünyayı etkilemiş ve koronavirüs dünya savaşından bu güne kadar gerçekleşen en büyük küresel olay olarak gösterilmiştir [17]. Pandeminin etkisi altında ise tedarik zinciri yönetiminin aslında ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkmıştır. Pek çok ana sanayi ve tedarikçi aksayan tedarik zincirleri neticesinde üretimleri durma noktasına gelmiş, durmuş veya kapanma ile karşı karşıya kalmıştır. Küresel olarak adeta yaşamın durma noktasına geldiği bir Covid-19 süreci yaşadık ve yaşanmaya devam edilmektedir. Bu sürecin ne zaman biteceğiyle ilgili iyimser tablolar görünse bile henüz tam anlamıyla geçmemiştir. Dünyadaki tüm insanları etkisi altına alan Covid-19 birçok sektör olumsuz etkilemektedir. Küresel ölçekte hizmet veren otomotiv, turizm, seyahat, taşımacılık, lojistik, konaklama, restoran, tüketici ürünleri, elektronik, sağlık başta olmak üzere birçok sektör Covid-19'dan etkilenmiştir. Covid-19 insanlık üzerinde ciddi fiziksel ve ruhsal sorunlara sebep olmaktadır. Pandemi nedeniyle pek çok kişi evden çalışma ile tanışırken Covid-19'dan en çok etkilenen sağlık sektörü çalışanları daha zorlayıcı, tehlikeli ve salgınla yakın temas içerisinde çalışmaktadır [18]. Salgın nedeniyle durma noktasına gelen ekonomik aksiyonların ve küçülen piyasanın iyileşmesi için hükümetler ve sektör liderleri tarafından önlemler alınsa da süreç henüz belirsizliğini koruduğu için risk devam etmektedir. Üretimdeki düşüş, istihdam sorunu ve beklentilerin değişmesi sorunların başında gelmektedir [19].

Pandemi etkisi altında otomotiv sektörü şu sebeplerden sorun yaşamıştır [20].

1. Ham maddelerin yurt içinden tedarik edilememesi,

2. Tedarik zincirinde bu durumun tahmininin planlanmaması,
3. Tedarik zincirinde en fazla parça akışına bakılması ancak bütüncül bakılmaması.

Tüm bu zorlukları yaşarken ayakta kalmayı başaranlar, yeni yaklaşımlar geliştiren, eskici yönetim anlayışlarının dışına çıkarak yeni iş ortaklarıyla geliştirdikleri günümüz sorunlarıyla başa çıkma ve sorunsuz yürütme sistematiği geliştiren ve bu sayede sıçrama yapabilen sanayilerdir [21].

Globalleşen dünya salgının çok hızlı şekilde yayılmasına yol açmıştır. Aynı zamanda salgın, hızla değişen dünya ticaret düzeninde pazar belirsizliğine yol açmıştır. Pazar belirsizliği oyuncuların tedarik zinciri yönetimini zorlaştırmış, daha esnek yapıya geçmelerini ve bu şekilde taleplere daha hızlı cevap verebilmelerini sağlamıştır [10].

2.5 Çip Krizinin Tedarik Zinciri Yönetimine Etkisi

Bir araç üretiminde ortalama 1000 ile 1400 çip kullanılmaktadır. Teknolojisi yüksek otomotivlerde bu sayı 2500 ile 3000 çip arasına kadar çıkmaktadır [22]. Covid-19'un küresel ölçekte etkili olmasının ardından otomobil üreticileri yaşanan kısıtlamalar, kapanmalar gibi sıkıntılı dönemin otomobillere olan talebi düşüreceğini tahmin ederek bulunarak var olan çip siparişlerini iptal etmiştir ve bu durum yaşanan talep patlamasında müşterilere cevap verememesine neden olmuştur. 2030 yılında otomotiv üretim maliyetinin %45'ini elektronik aksamların oluşturacağı düşünülmektedir. Araç elektronik alt sistemlerinde kullanılmakta olan mikroçiplerin artacak talebin etkisiyle ve arzın yetişememesi durumu göz önüne alındığında maliyetlerinin bu nedenden dolayı 10 yıl içerisinde 600 dolara kadar çıkabileceği düşünülmektedir [23]. Bir otomobil devi, Almanya'da bulunan fabrikasını 2022 yılına kadar kapatma kararı almış ve bu sebeple 1300 operatörünü geçici olarak işten çıkartmıştır [24].

3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Son yıllarda kitlelere hitap edebilen insanlar tarafından çokça dile gelmekte olan yeni yaşanabilir gezegen arayışının aslında bir çıkış noktası vardır.

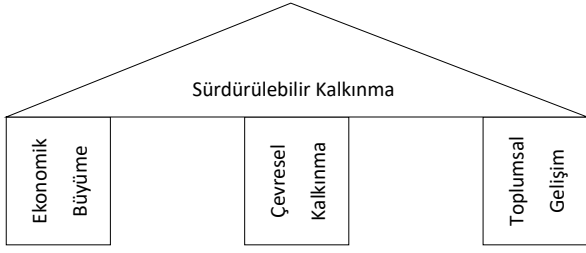
Dünya ekolojik düzeninin bozulması, nesli tükenen hayvanların artması, buzulların erime ve mevsimlerin zamanlarının değişmesi gibi birçok sinyal insanlığı dünya sürdürülebilirliği açısından sorgulatılmaktadır. Tüm yaşanan bu değişimler hem yenilenebilen hem de kıt kaynakların bitmesi, gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerin ekonomilerini sırtlayan endüstriyel üretim organizasyonların siyasi kurumların ve vakıf gibi kar amacı gütmeyen kuruluşların ve öncü paydaşların sürdürülebilirliğe odaklanmasını zorlaştırmıştır [25]. Kamu araştırmacıları, siyasetçiler, profesörler ve çeşitli önde gelenler biyolojik çeşitlilik, su, hava ve enerji benzeri doğal kaynakların, ekonomi sebepli değerlerin yok olma riski ile yüz yüze geldiği bir gerçektir [10]. Tam bu noktada sürdürülebilirliğin çok hızlı ve dönüşü olmayan bir yola girilmeden sağlanması önem kazanmaktadır. Doğa bilimleri ve sosyal bilimler gibi birçok disiplinde sıkça konuşulup üzerinde düşünülen sürdürülebilirlik kavramı, pek çok farklı disiplini içermesi sebebiyle kapsamlı ve tek bir tanım üzerinde görüş birliğine varıldığını söylemek güçtür. Aşağıda literatürde yapılan bazı tanımlardan bahsedilmiştir. Sürdürülebilirlik kavramı ilk kez 1983 yılında Birleşmiş Milletler tarafından yayınlanan "Ortak Geleceğimiz" başlıklı rapor sonrasında şekillenmeye başlamıştır. O tarihten günümüze sürdürülebilirlik kavramı ile ilgili literatürde çok sayıda çalışma ve yeni tanımlamalar yapılmıştır. Sürdürülebilirlik geniş, çok yönlü ve çok tartışılan bir kavramdır [10]. Sürdürülebilirliği tanımlamak gerekirse, daimi olma yeteneğidir [26]. Doğa bilimleri ve sosyal bilimler gibi pek çok farklı disiplin içerisinde defalarca konuşulan, tartışılan sürdürülebilirlik kavramının, çok farklı içeriği ve çok boyutsal olması sebebiyle herkes tarafından kabul görmüş bir tanımı henüz yoktur. Genel olarak tanımlamak gerekirse sürdürülebilirlik, çevresel ve sosyal koşulların insanın güvenliği, iyi oluşu ve sağlığını süresiz biçimde maksimize edecek şekilde yaşam biçimini dönüştürmektir [27]. Üretim ve değişik türlerin devamlılığı bozulmadan bizlerin varlığının daimi olmasını sağlamaktır. Sürdürülebilirlik aynı zamanda sürdürülebilir gelişmenin eş anlamı olarak da kullanılmaktadır [28]. Başka bir şekilde anlatmak gerekirse, yaşamak için duyduğumuz gereksinimleri gelecek kuşakların gereksinimlerinden harcamadan karşılayabilmektir. Gelecek nesillerin yaşam için duyduğu ihtiyaçları şimdiden harcamak dünyanın

sonunu getirmek olabilir. Doğal kaynakların yönetiminin ve sosyal, ekonomik kaynakların tüketimin böyle olması halinde yok olma riski ile karşı karşıya kalacağını ve dünyada insan yaşamının sonunun geleceği noktaya çok yakınız. Sürdürülebilirlik önemsenmez ise canlıların yok olması kaçınılmaz olacaktır. Ülkeler ve toplumlar kıtlıklar ve varlıklara erişim eşitsizliği nedeniyle yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadırlar [29]. Sürdürülebilirlik insanlığın ihtiyaçlarının kişisel tatmin seviyesinde kalıcı memnuniyetini sağlamasını sağlarken kısıtlı arza sahip dünya ekosisteminin şimdiki ve gelecek kuşakların ihtiyaçlarını da karşılayarak yaşam kalitesini arttırdığı faaliyetlerin bütünüdür [30]. Brundtland raporunda ise sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilmesi kapasitesinden kullanmadan günümüz ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlayacak gelişme olarak anlatılmıştır [31]. Sabancı Üniversitesi'nden Prof. Dr. Selim Çetiner'in Aralık 2011 tarihinde yayınlanan makalesinde Sürdürülebilir Kalkınma kavramını üç temele dayandırıyor:

1. Ekonomik Büyüme
2. Çevresel Kalkınma
3. Toplumsal Gelişim

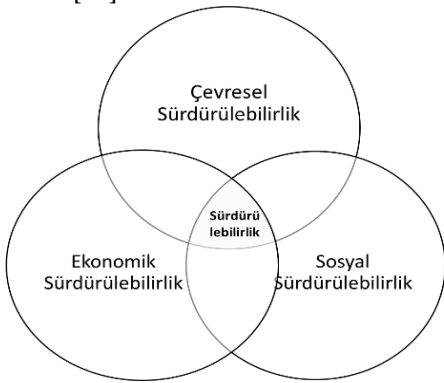
Üç kavram birbiri ile çelişmese dahi rekabet içinde oldukları açık olarak görünüyor(Şekil 3). Bunların hepsini belli bir denge içerisinde yürütüp üstüne bir de kalkınmayı sağlayabilmek oldukça çetin bir görev, ancak imkânsız değil. Son yıllarda çevresel-yeşil bilinç artmış olduğu açıkça görülmektedir. Bankalar ve Holdingler dahi reklamlarında ne kadar yeşil oldukları üzerinde duruyorlardır. Bu gelişmeler oldukça sevindiricidir.

Dünya bu zorlu görev için Binyıl Kalkınma Hedefleri belirlemiş, konferanslar düzenlemeye devam etmektedir. Bu konferansların sonuncusu ise 27 Eylül 2015 tarihinde, New York'da, 17 hedef ve 169 alt hedef olarak "Gündem 2030: BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH)" kabul edilmiştir. 2030 yılı Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile yeni bir küresel kalkınma çerçevesi çizerek sürdürülebilir şehirler, iklim değişikliği, kuraklıkla mücadele, biyoçeşitliliğin korunması gibi çevre konuları sürdürülebilir kalkınma gündemine alınmıştır.



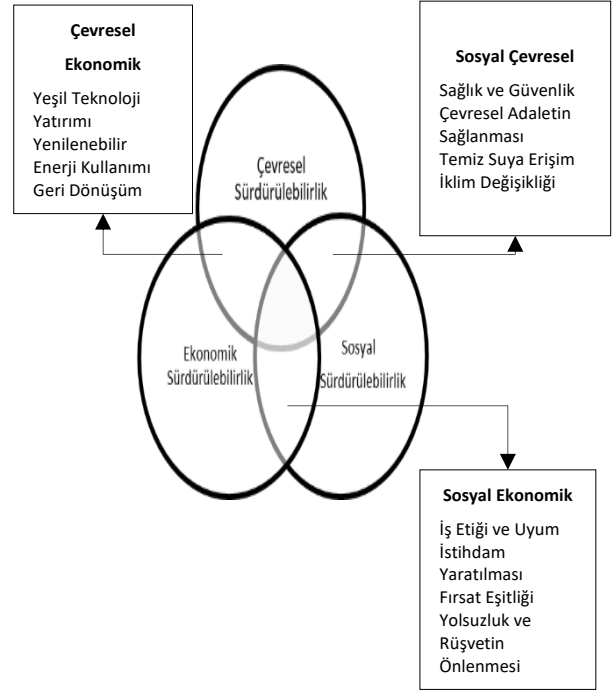
Şekil 3: Sürdürülebilir kalkınma.

Sürdürülebilirlik konusu genellikle sadece çevre ile alakalı olarak bilinmektedir. Ancak sürdürülebilirlik sadece çevre ile ilgili konuları içermez. Ekonomik, sosyal (toplumsal) ve çevre konularının tümüyle ilgilenen bütünsel bir yaklaşımdır [32].



Şekil 4: Sürdürülebilirliğin üçlü kâr hanesi.

Sürdürülebilirlik kavramı içerisinde çevre bilincini barındırır ve bununla kalmamaktadır. Geniş açıdan bakıldığında üç boyutlu bir model ortaya çıkmaktadır (Şekil 4). Bu model çevrenin doğallığına özen gösterme, sosyal sorumlulukları ve ekonomik sağlamlığın önemi olarak ön plana çıkmaktadır [33]. Sürdürülebilirlik ile ilgili olarak literatürde genel çoğunluk üçlü bir yaklaşım üzerinden gitmektedir. Bunlar sürdürülebilirliğin temel üç bileşeni olarak isimlendirilmiştir. Bu yaklaşıma göre çevresel faaliyetlerin (karbon salınımı yüksek doğal kaynakların kullanımı, enerji kullanımının durumu, insan kullanımı sonucunda oluşan doğal olmayan atıkların durumu), ekonomik faaliyetlerin (çevreye duyarlı yatırımların yapılmasının yönetim tarafından kabul görmesi, tedarikçi gelirlerinin sürdürülebilirliğin üç temelinde değer vererek devam etmesi) ve sosyal faaliyetlerin (tedarikçi personelinin çeşitliliğini, çalışanlar arası fırsat eşitliğini artırma, tedarikçinin bulunduğu konuma değer katan işler yapma) birlikte önem verilmesi tedarikçi performansının sürdürülebilir artması için çok önemlidir (Şekil 5).

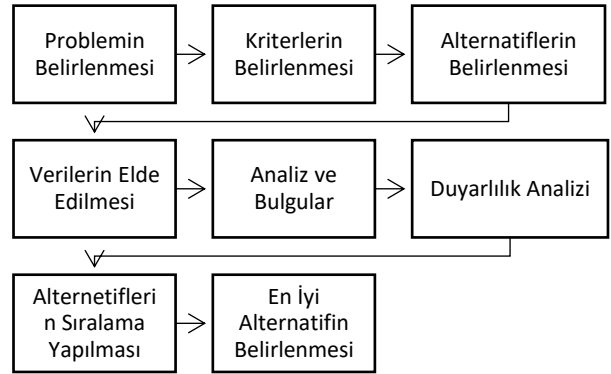


Şekil 5: Sürdürülebilirliğin çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları.

4. BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ

ÇKKV teknikleri karar biliminin bir dalını temsil eder ve çeşitli yaklaşımları içerir. Tablo 2’de uygulama sürecinin akışı gösterilmiştir.

Tablo 2: Uygulama sürecinin akış diyagramı.



4.1 Bulanık AHP Yöntemi

AHP yöntemi ikili karşılaştırma süreci aşamasında, belirsizlik ve karar verememe durumlarında yeterli olamaması tarafından bilim adamları tarafından yoğun eleştirilere maruz kalmaktadır [34]. Ortaya çıkan bu tutarsızlıklar, belirsizlikler ve karar verme sürecini etkileyerek çözüme gitmeyi zorlaştıran

durumları ortadan kaldırmak amacıyla Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) geliştirilmiştir. Bulanık AHP yöntemi ilk olarak Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Üçgen bulanık sayılar kullanılarak bu araştırma yayınlanmıştır (Tablo 3). BAHP yöntemi bulanık problemlerin rahat çözülebilmesi amacıyla geliştirilmiştir [35].

Tablo 3: Bulanık AHP'nin gelişimi



vericilerin karar vermesini belirsizliklerle baş edebilme yeteneği sağlayarak kolaylaştıran bir yöntemdir [36]. Bu teknikte karar vericiler genellikle içeriğinde net ve kesinleşmiş yargılar olan yorumlarında sayısal ifadeler kullanmak yerine farklı olarak problemi gerçek ortama daha uygun şekilde aktarmayı sağlayacak ara değerleri de oluşturarak çözümü daha güvenli bulduklarını söylemişlerdir [37]. BAHP 'de bulunan ana ve alt kriterlerden oluşan kıyaslamalar karar vericinin değerlendirmesine göre farklı dönüşümler geçiren bulanık sayılardır [38]. BAHP karar vericilerden kaynaklanan belirsizliklerin önüne geçebilmek adına ve oluşan tutarsızlıkların ortadan kaldırılması amacıyla belirli aralıklara sahip dilsel değerleri kullanan bir yöntemdir [39].

BAHP'nin klasik AHP'ye göre avantajları şu şekildedir [40].

1. BAHP, asıl değerlere göre insanların görüş ve değerlendirmelerini daha iyi yansıtabilmektedir.
2. BAHP, karar vericilerin ana amaca ulaşmasında değerlendirme yaparken karar vericiye rahatlık sağlamaktadır.

BAHP'nin en büyük avantajı çok sayıda kriterli problemleri çözerken ortaya çıkmaktadır. Deterministik alternatifleri oluşturmak yerine, algı tabanlı yargısal aralıklar kullanılabilir. Ayrıca AHP'de bulunan alternatifler zorunlu olarak karar vericinin düşsel gücüne dayanarak ortaya çıkan sayısal ifadelerdir [41]. Bu ve bunun gibi araştırmalardan çıkartılan sonuçlar şu şekilde ifade edilebilir. ÇKKV problemlerinde en doğru sonuca giderken daha rahat ve kolay ilerlemek adına BAHP yöntemi doğru seçim olacaktır. Literatür araştırması yapıldığında en çok araştırma yapılan ve çalışma sayısına ulaşılan yöntem BAHP'dir.

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m \quad i=1,2, \dots, n \quad (1)$$

BAHP yöntemi, ÇKKV ile çözülen problemlerin daha etkin şekilde çözüme kavuşturulması ve karar

Yukarıda ifadesi bulunan $M_{g_i}^1$ ($j=1,2,\dots,m$)'ler üçgensel bulanık sayıları temsil etmektedir. Ardından çözülecek problem ile ilgili hiyerarşik yapı oluşturulur. Tüm hiyerarşi içerisinde bulunan elemanların ikili karşılaştırma matrisleri yapılır. Bu işlemin ardından elde edilen matrisler Chang' in merite analizi adımlarına geçilir ve bunlar aşağıdaki gibi ifade edilir. Bu çalışmada Chang tarafından bulunan genişletilmiş Bulanık AHP yöntemi kullanılmaktadır.

Adım 1: Klasik AHP 'de bulunan normalizasyon işlemine de benzeyen bir adım gibidir.

$$s_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes [\sum_{n=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} \quad (2)$$

Bu formülasyonda yer alan ifadelerin nasıl hesaplanacağı aşağıda belirtilen denklemlerde ifade edilmektedir.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^m l_i, \sum_{j=1}^m m_i, \sum_{j=1}^m u_i) \quad (3)$$

Yukarıda elde edilen karşılaştırma matrisinde bulunan tüm l değerlerini, tüm m değerlerini ve tüm u değerleri toplayarak yazılır ve ters alma uygulanır.

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^m u_i}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m m_i}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m l_i} \right) \quad (4)$$

Adım 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ 'nın olabilirlik derecesi şu şekilde tanımlanacaktır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \\ 0, & l_2 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer durumlar} \end{cases} \quad (5)$$

Buradaki her iki durumda kesişim noktası bulunmaktadır. M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek amacıyla $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerinin ikisini de bulmak gereklidir.

Adım 3: Bu adımda ağırlık vektörü bulunur.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (6)$$

Adım 4: Bu adımda W bulanık olmayan bir sayı olmak üzere ağırlık vektörü normalize edilir.

$$W = \left[\frac{d'(A_1)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)}, \frac{d'(A_2)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)}, \dots, \frac{d'(A_n)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)} \right]^T \quad (7)$$

Adım 5: Son adımda, normalleştirilmiş öncelik ağırlık vektörü, toplam ağırlığı belirlemek için ilgili önem ağırlık vektörü ile çarpılır.

İşlemlerin açıklığı ve hesaplama kolaylıkları gibi sebeplerden ötürü genişletilmiş chang yöntemi literatürden pek çok araştırmacı tarafından uygulamalarında tercih edilmiştir. Ancak teknikle ilgili bulanık karşılaştırma matrisinde bulunan ağırlıkların türetilirken yeterli olmadığı konusunda bazı eleştiriler yapılmaktadır [42].

4.2 Bulanık VIKOR Yöntemi

Adım 1: Problemin ilk adımında n sayıda karar verici, m adet alternatif ve k adet kriter belirlenir.

Adım 2: Alternatifleri derecelendirmek için dilsel değişkenlikler kullanılır.

Adım 3: w_j^n n tane karar vericiden oluşan bir kümede n'inci karar vericinin değerlendirdiği karar kriterinin önem ağırlığını; j kriterine göre i alternatifinin derecesini gösterebilir. Karar kriterlerinin önem ağırlıkları ve alternatiflerin kriter değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla her biri için tek bir değerlendirme olacak şekilde birleştirilir ve bütünleştirilmiş değerler elde edilir [43].

$$w_j = \frac{1}{n} [\tilde{w}_j^1(+) \tilde{w}_j^2(+) \dots (+) \tilde{w}_j^n] \quad (8)$$

$$x_{ij} = \frac{1}{n} [\tilde{x}_{ij}^1(+) \tilde{x}_{ij}^2(+) \dots (+) \tilde{x}_{ij}^n] \quad (9)$$

Denklemlerde x_{ij} ve w_j değerleri, sözel değişkenlerin karşılığı olan üçgensel bulanık sayı değerlerini göstermektedir.

Adım 4: Alternatif ve kriterler için tek bir değer elde edilir.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1j} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{i1} & \tilde{x}_{i2} & \dots & \tilde{x}_{ij} \end{bmatrix}, \quad i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, k \quad (10)$$

$$\tilde{W}_j = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_j] \quad (11)$$

\tilde{x}_{ij} , j. kriterine göre i. alternatifin derecesi ve j. kriterin önem ağırlığıdır.

Adım 5: Tüm kriter fonksiyonlarının en iyi \tilde{f}_j^* ve en kötü \tilde{f}_j^- değerleri bulunur.

$$\tilde{f}_j^* = \max_j x_{ij}, j \in J \text{ fayda ölçüleri}; \tilde{f}_j^- = \min_j x_{ij}, j \in J \text{ maliyet ölçüleri} \quad (12)$$

$$\tilde{f}_j^- = \min_j x_{ij}, j \in J \text{ fayda ölçüleri}; \tilde{f}_j^* = \max_j x_{ij}, j \in J \text{ maliyet ölçüleri} \quad (13)$$

Adım 6: \tilde{w}_j kriterlerin ağırlığıdır. i. alternatifin en iyi bulanık değere uzaklığının toplamını veren \tilde{S}_i değeri elde edilir.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n [\tilde{w}_j(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ji})] \quad (14)$$

$$\tilde{R}_i = \max_j [\tilde{w}_j(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_{ji})] \quad (15)$$

\tilde{R}_i değerleri ise j.kritere göre i.alternatifin bulanık en kötü değerlere olan maksimum uzaklığıdır. \tilde{f}_{ij} , j kriteri açısından A_i için performans skorunu gösterir.

Adım 7: \tilde{S}^* maksimum çoğunluk kuralını ve \tilde{R}^* ise farklı görüşlerin minimum bireysel pişmanlığını ifade etmek üzere \tilde{S}_i^- , \tilde{S}_i^* ve \tilde{R}_i^- , \tilde{R}_i^* değerleri hesaplanır.

$$\tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i \quad \tilde{S}_i^- = \max_i \tilde{S}_i \quad (16)$$

$$\tilde{R}_i^* = \min_i \tilde{R}_i \quad \tilde{R}_i^- = \max_i \tilde{R}_i \quad (17)$$

Adım 8: Bu hesaplamalardan sonra \tilde{Q}_i indeksi, grup faydası ile bireysel pişmanlığı birlikte değerlendirilmesi ile hesaplanır.

$$\tilde{Q}_i = v(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*) / (\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1-v)(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*) \quad (18)$$

v grup faydasının en yüksek değerini gösterir. 1-v ise bireysel pişmanlığı gösterir. Uzlaşmacı çoğunluk için genellikle $v \approx 0,5$ alınır.

Adım 9: Durulaştırma işlemi yapılır.

$$BNP_i = \frac{(n_3 - n_1) + (n_2 - n_1)}{3} + n_1 \quad (19)$$

n_3 , üçgen bulanık sayının üst değerini; n_2 , orta değerini ve n_1 , ise alt değerini göstermektedir. Daha sonra elde edilen Q_i indeks değerine göre alternatif sıralanır. Bu indeksin en küçük değeri en iyi alternatifi gösterir.

Adım 10: Koşulların sağlanması kontrol edilir.

1.Koşul: Kabul edilebilir avantaj: Bu koşul en iyi ve en yakın seçenek arasında çok fark olmalıdır.

$$Q(A'') - Q(A') \geq DQ \quad DQ = \frac{1}{m-1} \quad (20)$$

m alternatif sayısını ifade eder.

$$(m \leq 4 \text{ ise } DQ = 0,25) \quad (21)$$

A' en iyi A'' 2. En iyi alternatiftir.

2. Koşul: Kabul edilebilir istikrar: Alternatif A' , S ve/veya R değerlerine göre yapılan sıralamada en iyi alternatif olacaktır.

Eğer 1. Koşul sağlanmaz ise $Q(A^m) - Q(A') \leq DQ$ olursa, $a^{(m)}$ ve a' aynı uzlaştırıcı çözüm olur. Eğer

2. Koşul kabul edilmezse, her ne kadar A' nın nispi bir avantajı olsa da karar vermede tutarsızlık vardır.

Bundan dolayı A' ve A'' uzlaştırıcı çözümleri aynıdır. Q değeri minimum olan en iyi alternatifin seçimi yapılır.

4.3 Bulanık EDAS Yöntemi

İnsanoğlu nasıl her anını karar vermekle geçiriyorsa firmalar da istedikleri hedeflere ulaşabilmek adına karar vermek zorundadır. Bu karar verme süreci günümüzdeki rekabetçi ortamda daha da önem kazanmıştır. Bulanık EDAS ÇKKV tekniklerinden birisidir. EDAS (Evaluation Based on Distance from Average Solution) Ortalama Çözüm Uzaklığına Dayalı (Değerlendirme) yöntemidir. 2015 yılında Keshavarz Ghorabae ve diğerleri tarafından geliştirilmiştir.

Tanım 1: $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ yamur bulanık sayıları içeren bir kümedir. \tilde{A} kümesinde bulanık olmayan değerler aşağıdaki şekilde belirlenir.

$$K(\tilde{A}) = \frac{1}{3}(a_1 + a_2 + a_3 + a_4 \frac{a_3 a_4 - a_1 a_2}{a_3 + a_4 - a_1 - a_2}) \quad (22)$$

Tanım 2: $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ bulanık sayıları içeren küme olarak varsayıldığında, ψ fonksiyonu 0 ile \tilde{A} arasındaki maximum değeri verir. Burada dikkat edilmesi gereken, değerlendirme sırasında $K(\tilde{A})$ işleminin uygulanıyor olmasıdır.

$$\Psi(\tilde{A}) = \begin{cases} K(\tilde{A}), & K(\tilde{A}) > 0 \\ 0, & K(\tilde{A}) \leq 0 \end{cases} \quad (23)$$

Bulanık karar matrisinin aşağıdaki gibi olduğunu varsayalım.

$$\tilde{x} = [\tilde{x}_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \dots & \dots & \tilde{x}_{1m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{n1} & \dots & \dots & \tilde{x}_{nm} \end{bmatrix} \quad (24)$$

Yukarıda bulunan varsayım eşliğinde, alternatifleri i ve kriterlerin j olarak gösterilmiştir. Karar matrisinin her bir üyesi, $\tilde{x}_{ij} = (\tilde{x}_{ij1}, \tilde{x}_{ij2}, \tilde{x}_{ij3})$ olacak şekilde üçgensel bulanık sayılar ile ifade edilecektir.

Her kriter için ağırlıklar ise $\tilde{w} = w_1, w_2, w_3$ şeklinde ifade edilir. Matriste bulunan n alternatifleri ifade eder ve m ise kriterleri ifade etmektedir.

Adım 1: Tüm kriterler için ortalama bulanık karar matrisi aşağıdaki gibi bulunur.

$$\tilde{A}V_j = (x + a)^n = \frac{\sum_{i=1}^n \tilde{x}_{ij}}{n} \quad (25)$$

Adım 2: En uygun çözüm, negatif çözüme maksimum uzaklıkta olmalıdır, aynı zamanda en iyi/ideal çözüme ise minimum mesafede bulunmalıdır. Bu sayede pozitif bulanık mesafe ve negatif bulanık mesafe, ortalamadan belirlenmektedir.

$$PDA = [p\tilde{d}a_{ij}]_{n \times m} \quad (26)$$

$$NDA = [n\tilde{d}a_{ij}]_{n \times m} \quad (27)$$

$$p\tilde{d}a_{ij} = \begin{cases} \frac{\Psi(\tilde{x}_{ij} - \tilde{a}v_j)}{k(\tilde{a}v_j)} & , \quad j \in B \\ \frac{\Psi(\tilde{a}v_j - \tilde{x}_{ij})}{k(\tilde{a}v_j)} & , \quad j \in C \end{cases} \quad (28)$$

$$n\tilde{d}a_{ij} = \begin{cases} \frac{\Psi(\tilde{a}v_j - \tilde{x}_{ij})}{k(\tilde{a}v_j)} & , \quad j \in B \\ \frac{\Psi(\tilde{x}_{ij} - \tilde{a}v_j)}{k(\tilde{a}v_j)} & , \quad j \in C \end{cases} \quad (29)$$

Adım 3: Bulanık ağırlıklı toplam, pozitif mesafe için ve negatif mesafe için, ortalama matrisi kullanılarak hesaplanır.

$$\tilde{s}p_i = \otimes_{j=1}^m (\tilde{w}_j \otimes p\tilde{d}a_{ij}) \quad (30)$$

$$\tilde{s}n_i = \otimes_{j=1}^m (\tilde{w}_j \otimes n\tilde{d}a_{ij}) \quad (31)$$

Adım 4: $\tilde{s}p_i$ ve $\tilde{s}n_i$ 'nin bulanık değerleri normalleştirilir.

$$n\tilde{s}p_i = \frac{\tilde{s}p_i}{\max_i(k(\tilde{s}p_i))} \quad (32)$$

$$n\tilde{s}n_i = 1 - \frac{\tilde{s}n_i}{\max_i(k(\tilde{s}n_i))} \quad (33)$$

Adım 5: Bütün alternatifler için bulanık değerlendirme puanları hesaplanır. Bu bulanık değerlendirme puanları arasından en yüksek değere sahip ve bulanık olmayan alternatif, en iyi seçenek olarak belirlenmektedir.

$$\tilde{a}s_i = \frac{n\tilde{s}p_i \otimes n\tilde{s}n_i}{2} \quad (34)$$

Adım 6: Alternatifler, azalan sırayla düzenlenmiş olan düşük puanlı, bulanık olmayan değerlendirme puanlarına göre sıralanır. Başka bir deyişle, en

yüksek değerlendirme puanına sahip olan alternatif, aday alternatifler içinde en iyi seçenek olarak belirlenmektedir.

5. BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ İLE SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Çalışılacak tedarikçinin belirlenmesi konusunda şirket içerisinde alanında uzman satın almacı kadro görevlendirilmektedir. Tedarikçi belirlenmesinde tedarikçileri değerlendirecek olan grup satın alma uzmanlarından oluşan 1 satın alma direktörü, 1 satın alma müdürü, 1 Tedarikçi Geliştirme Birim Yöneticisi ve 1 satın alma Uzman Mühendisi olmak üzere toplamda 4 uzmandan oluşmaktadır. 5 tedarikçi adayı mevcuttur. Ana kriter ve alt kriterler Tablo 4'de gösterilmiştir. Tablo 5'de anket sonuçları birleştirilerek gösterilmiştir.

Tablo 4: Ana ve alt kriterler.

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Not asy on	Açıklama
ÇEVRE YÖNETİMİ B1	Yeşil Tasarım Uygulamalarının Yapılması	K11	Yeşil üretim uygulamalarının tasarım aşamalarına dahil edilerek nihai ürünün çevre dostu olması beklenir.
	Yenilebilir Olmayan Enerji Kaynaklarının Tüketimi	K12	Kaynak tüketiminin optimal düşüklükte olması beklenir.
	Kirli Atık Yönetim Sisteminin Yapılması	K13	Tedarikçinin üretim süreçlerinden ortaya çıkan atık ve ilgili kirlilikleri minimum seviyede tutmaya çalışması beklenir.
	Çevresel Şirket İçi Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetlerinin Devamlılığı	K14	Tedarikçinin şirket çevre politikalarını çalışanlarına planlı eğitimler düzenleyerek aktarması beklenir.
SOSYAL YÖNETİM B2	Çocuk İşçi Çalıştırmama	K21	Tedarikçinin yasalara uygundur olarak belirlediği ve çalışma izni olan kişilerin çalıştırılması beklenir.
	Kariyer Destek Programları	K22	Tedarikçinin çalışanı geliştirme ve şirkette tutabilme ayrıca çalışma hayatı boyunca sürdürülebilir gelişimi sağlaması beklenir.
	Özel Sağlık Sigortası Desteği	K23	Çalışanlara özel sağlık sigortası yapılması beklenir.
	Çalışma Koşullarının Sürekli İyileştirilmesi	K24	Tedarikçinin üretim ortamının sürdürülebilir etkinliğe ulaşabilmesi için gereksinimlere göre sürekli iyileştirilmesi beklenir.
	Sosyal Faaliyetler ve Yan Hakların İyileştirilmesi	K25	Günümüz şartlarına uygun iyileştirilmelerin yapılması beklenir.
KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ B3	Otomotiv Kalite Yönetiminin Varlığı	K31	Kalite Yönetim Sistemi ile ilgili sertifikalarının (ISO 9001, IATF 16949/AS 9100) akredite edilmiş bir kuruluş tarafından verilmiş olması ve ISO beklentilerinin tedarikçide uygulanıyor olması beklenir.
	İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı	K32	Tedarikçinin çalışan sağlığını ve güvenliğini iş sağlığı güvenliği yönetim sistemine uygun yapıyor ve güncel belgeye(OHSAS 18001/ISO 45001) sahip olması beklenir.
	Çevre Yönetim Sisteminin Varlığı	K33	Çevre koruma politikalarını ISO14001 gereklilikleri doğrultusunda yapıyor olması ve güncel belge sahipliği beklenir.
	Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi Varlığı	K34	Bilgi güvenliği politikalarını ISO 27001 gereklilikleri doğrultusunda yapıyor olması ve güncel belge sahipliği beklenir.
EKONOMİ YÖNETİMİ B4	Fiyat/Kalite Oranı	K41	Bir ana sanayinin tedarik ettiği malzemelerden alacağı performansın kalitesinin yüksek olması beklenirken, fiyatının piyasa şartlarına uygun olması beklenir.
	Ar-Ge,İnovasyon Kapasitesi ve Maliyet Azaltıcı Aktiviteler	K42	Küresel ister ve teknolojik gelişmelerin takip edilerek ürün yelpazesinin ve mevcutta üretilen parçaların geliştirilmesi için Ar-Ge çalışmaları yapılması beklenir.
	Sürdürülebilir Finansal Faaliyetler	K43	Tedarikçinin finansal yönetimini dengeli ve sürdürülebilir olması beklenir.
ÜRETİM YÖNETİMİ B5	Alan Kullanımı	K51	Tedarikçinin üretim sahasını kapasite analizleri sonucunda optimal verimli kullanması beklenir.
	Esneklik	K52	Planlı üretim ve sipariş dışında yaşanan aksaklıklarda açılan öngörülemeden siparişlere tedarikçinin ana sanayinin isterleri doğrultusunda uyum sağlaması beklenir.
	Sevkiyat Performansı	K53	Siparişi verilen parçaların istenilen tarihte istenilen kalitede istenilen miktarda gelmesi beklenir.

Tablo 5: Karar vericilerin birleştirilmiş anket sonuçları.

Kategori Adı	Sol kriter daha önemli ise								Sağ kriter daha önemli ise									Toplam uzman sayısı	
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Çevre Yönetimi							2	2										Sosyal Yönetimi	4
Çevre Yönetimi						1	2	1										Kalite Güvence Yönetimi	4
Çevre Yönetimi					1	1	1		1									Ekonomi Yönetimi	4
Çevre Yönetimi				1	1		1	1										Üretim Yönetimi	4
Sosyal Yönetim									2	2								Kalite Güvence Yönetimi	4
Sosyal Yönetim							2			1	1							Ekonomi Yönetimi	4
Sosyal Yönetim						1	1			2								Üretim Yönetimi	4
Kalite Güvence Yönetimi									2		1	1						Ekonomi Yönetimi	4
Kalite Güvence Yönetimi							1	1		2								Üretim Yönetimi	4
Ekonomi Yönetimi								3	1									Üretim Yönetimi	4

Kriter sayısının çokluğu sebebi ile çevre ana kriterinin hesaplanması gösterilip diğer kriterlerin sonuç tablosu gösterilecektir. Bulanık AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları bulunur(Tablo 6).

Adım 1: İkili karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Tablo 6: İkili karşılaştırma matrisi.

	K11			K12			K13			K14		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K11	1,000	1,000	1,000	0,760	1,189	1,732	1,000	1,414	1,732	0,841	1,414	2,060
K12	0,577	0,841	1,316	1,000	1,000	1,000	1,000	1,414	1,732	1,189	1,565	1,861
K13	0,577	0,707	1,000	0,577	0,707	1,000	1,000	1,000	1,000	0,760	1,189	1,732
K14	0,485	0,707	1,189	0,537	0,639	0,841	0,577	0,841	1,316	1,000	1,000	1,000

Adım 2: Si değerlerini hesaplamak için her bir satırın bulanık toplamı ile sütun bazında toplamın tersi çarpılır ve normalize edilmiş ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmaktadır(Tablo 7).

Tablo 7: Si değerlerinin hesaplanması.

$\sum l_j$	$\sum m_j$	$\sum u_j$	S_i	S_i	S_i
3,6007	5,0176	6,5239	0,1674	0,3018	0,5064
3,7666	4,8202	5,9093	0,1751	0,2899	0,4587
2,9145	3,6034	4,7321	0,1355	0,2167	0,3673
2,6001	3,1869	4,3462	0,1209	0,1917	0,3374
$\sum l_i$	$\sum m_i$	$\sum u_i$	$1/\sum l_i$	$1/\sum m_i$	$1/\sum u_i$
12,8820	16,6282	21,5114	0,0776	0,0601	0,0465

Adım 3: Normalize işlemi tamamlandıktan sonra olası dereceler yani max ve min $V(s_i \geq s_k)$ değerleri hesaplanarak W' bulunur ve normalize edilerek W bulunur(Tablo 8).

Tablo 8: W' 'nin bulunması.

$V(S_i \geq S_k)$	$V(S_i \geq S_k)$	$V(S_i \geq S_k)$	W'	W
1,000	1,000	0,630	0,630	0,308
0,656	1,000	0,218	0,218	0,107
0,582	0,841	0,195	0,195	0,096
1,000	1,000	1,000	1,000	0,490

Tablo 9: W bulunması.

$V(S_i \geq S_k)$	$V(S_i \geq S_k)$	$V(S_i \geq S_k)$	W'	W
1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,3059
0,9608	1,0000	1,0000	0,9608	0,2939
0,7016	0,7243	1,0000	0,7016	0,2146
0,6069	0,6230	0,8896	0,6069	0,1856

Sonuç olarak tüm ana kriter ve alt kriterlerin ağırlıkları bulunur ardından ikisinin çarpımı sonucu her alt kriterin nihai ağırlıkları ortaya çıkmaktadır. Özet Tablo 10’da gösterilmiştir. Bulunan kriter ağırlıkları Bulanık VIKOR ve Bulanık EDAS yöntemlerinde en iyi alternatifi bulmak için kullanılmaktadır.

Tablo 10: Kriterlerin nihai ağırlıkları.

Kriterlerin Nihai Ağırlıkları				
Ana Boyutlar	Ağırlıklar	Alt Kriterler	Ağırlıklar	Son Ağırlıklar
	1		1	
ÇEVRE YÖNETİMİ B1	0,578	K11	0,310	0,139
		K12	0,110	0,048
		K13	0,100	0,043
		K14	0,490	0,221
		K21	0,000	0
SOSYAL YÖNETİM B2	0,176	K22	0,600	0
		K23	0,000	0
		K24	0,400	0
		K25	0,000	0
		K31	0,810	0
KALİTE GÜVENCE YÖNETİMİ B3	0,080	K32	0,000	0
		K33	0,060	0
		K34	0,140	0
		K41	0,520	0,103
EKONOMİ YÖNETİMİ B4	0,156	K42	0,130	0,026
		K43	0,340	0,068
		K51	0,420	0,148
ÜRETİM YÖNETİMİ B5	0,010	K52	0,320	0,113
		K53	0,260	0,091

Bulanık VIKOR ile en iyi alternatif Tablo 11’de bulunmuştur.

Tablo 11: Alternatif değerlendirmeleri için dilsel değişken.

Rakam	Dilsel Değişkenler	Kod	Bulanık Sayılar			
			l	m	n	u
9	Mükemmel İyi	EG	0,8	1	0	0
8	Çok İyi	VG	0,70	0,90	0,00	0,1
7	Orta İyi	MG	0,60	0,80	0,00	0,2
6	İyi	G	0,50	0,70	0,10	0,3
5	Düşük	AE	0,40	0,60	0,20	0,4
4	Kötü	B	0,30	0,50	0,20	0,5
3	Orta Kötü	MB	0,20	0,40	0,30	0,6
2	Çok Kötü	VB	0,10	0,30	0,40	0,7
1	Mükemmel Kötü	EB	0,0	0,2	0,5	0,8

Değerlendirme kriteri avantaj ise, pozitif ideal çözüm V matrisinin sütununun maksimum değeri,

negatif ideal çözüm ise V matrisinin sütununun minimum değeridir.

Pozitif ve negatif ideal çözümlerin elde edilmiş hali aşağıdaki gibidir(Tablo 12).

Tablo 12: Pozitif ve negatif ideal çözümler.

Pozitif ve Negatif ideal çözümlerin elde edilmiş hali								
	Pozitif İdeal Çözüm				Negatif İdeal Çözüm			
K1	0,75	0,95	0,23	0,50	0,30	0,50	0,00	0,05
K2	0,75	0,95	0,20	0,48	0,33	0,53	0,00	0,05
K3	0,75	0,95	0,33	0,63	0,18	0,38	0,00	0,05
K4	0,50	0,70	0,20	0,43	0,38	0,58	0,10	0,30
K5	0,58	0,78	0,18	0,43	0,38	0,58	0,05	0,23
K6	0,55	0,75	0,20	0,45	0,35	0,55	0,08	0,25
K7	0,58	0,78	0,23	0,48	0,33	0,53	0,05	0,23
K8	0,60	0,80	0,20	0,43	0,38	0,58	0,03	0,20
K9	0,60	0,80	0,15	0,40	0,40	0,60	0,03	0,20
K10	0,65	0,85	0,23	0,45	0,35	0,55	0,03	0,15
K11	0,63	0,83	0,20	0,45	0,35	0,55	0,05	0,18
K12	0,65	0,85	0,30	0,58	0,23	0,43	0,05	0,15
K13	0,53	0,73	0,35	0,65	0,15	0,35	0,10	0,28
K14	0,55	0,75	0,18	0,45	0,35	0,55	0,08	0,25
K15	0,60	0,80	0,25	0,50	0,30	0,50	0,05	0,20
K16	0,60	0,80	0,23	0,53	0,28	0,48	0,00	0,20
K17	0,40	0,60	0,20	0,45	0,35	0,55	0,18	0,40
K18	0,55	0,75	0,48	0,78	0,03	0,23	0,05	0,25
K19	0,50	0,70	0,48	0,78	0,03	0,23	0,10	0,30

Kriter ağırlıklarını bulanık AHP ile bulunmuştur (Tablo 13).

Tablo 13. ϕ ve ψ ve π hesaplama adımları.

	A1	A2	A3	A4	A5	MAX-MİN
K1	0,169	0,200	0,206	0,213	0,225	0,394
K2	0,156	0,194	0,200	0,200	0,213	0,369
K3	0,225	0,275	0,288	0,281	0,288	0,513
K4	0,056	0,056	0,063	0,063	0,063	0,119
K5	0,081	0,088	0,088	0,088	0,100	0,181
K6	0,081	0,088	0,088	0,100	0,100	0,181
K7	0,106	0,113	0,119	0,119	0,131	0,231
K8	0,100	0,106	0,106	0,113	0,113	0,213
K9	0,081	0,088	0,088	0,100	0,094	0,181
K10	0,125	0,144	0,144	0,150	0,150	0,275
K11	0,106	0,125	0,125	0,138	0,138	0,244
K12	0,169	0,194	0,200	0,213	0,213	0,381
K13	0,156	0,169	0,188	0,188	0,188	0,344
K14	0,075	0,075	0,088	0,100	0,081	0,175
K15	0,125	0,131	0,144	0,144	0,150	0,275
K16	0,138	0,138	0,144	0,156	0,163	0,300
K17	0,019	0,013	0,019	0,019	0,025	0,044
K18	0,238	0,238	0,238	0,238	0,263	0,500
K19	0,231	0,231	0,219	0,213	0,238	0,450

Φ , ψ ve π değerleri (uzlaşım koşulların değerlendirildiği indeks değerleri) ve sıralama tablosunu Tablo 14 gibi elde ederiz.

Tablo 14: ϕ ve ψ ve π değerleri.

	A1	A2	A3	A4	A5	MIN	MAX
ϕ	2,2739	2,4530	2,5297	2,6256	2,7043	2,2739	2,7043
ψ	0,2252	0,2252	0,2252	0,2252	0,2489	0,2252	0,2489
π	0,0000	0,2081	0,2972	0,4086	1,0000		

Tüm bu işlemlerin sonucunda sıralama tablosu aşağıdaki gibi oluşur(Tablo 15).

Tablo 15: Sıralama tablosu.

	1	2	3	4	5
ϕ	A1	A2	A3	A4	A5
ψ	A1	A2	A3	A4	A5
π	A1	A2	A3	A4	A5

En iyi alternatif A1' olarak bulunmuştur. Bulanık EDAS ile en iyi alternatif aşağıdaki gibi bulunur(Tablo 16).

Tablo 16: Dilsel değişkenler tablosu.

Rakam	Dilsel Değişkenler	Kod	Bulanık Sayılar			
			l	m	n	u
9	Mükemmel İyi	EG	0,8	1	0	0
8	Çok İyi	VG	0,700	0,900	0,000	0,100
7	Orta İyi	MG	0,600	0,800	0,000	0,200
6	İyi	G	0,500	0,700	0,100	0,300
5	Düşük	AE	0,400	0,600	0,200	0,400
4	Kötü	B	0,300	0,500	0,200	0,500
3	Orta Kötü	MB	0,200	0,400	0,300	0,600
2	Çok Kötü	VB	0,100	0,300	0,400	0,700
1	Mükemmel Kötü	EB	0,000	0,200	0,500	0,800

Karar vericilerin alternatifleri kriter bazında yaptığı değerlendirme anketlerinin sonucu aşağıdaki gibidir(Tablo 17).

Tablo 17: Alternatif değerlendirme tablosu.

	UZMAN 1					UZMAN 3							
	No	A1	A2	A3	A4	A5	No	A1	A2	A3	A4	A5	
UZMAN 1	K1	M				M				M	M		
	K1	G	G	G	AE	B	K1	EG	VG	G	G	G	
	K2	M	M						M				
	K2	G	G	AE	AE	B	K2	EG	G	G	AE	B	
	K3	M											
	K3	G	AE	B	EB	EB	K3	EG	AE	B	AE	B	
	K4	M											
	K4	G	G	AE	AE	AE	K4	G	G	AE	AE	AE	
	K5	VG	G	G	G	B	K5	G	G	G	G	G	
K6	VG	G	AE	B	B	K6	G	G	G	G	G		
K7	VG	G	VB	B	B	K7	AE	AE	AE	AE	B		
K8	M												
K8	VG	G	AE	B	AE	K8	G	G	G	G	AE		
K9	VG	G	AE	B	AE			M	M	M			
K1	M					K9	G	G	G	G	G		
0	EG	G	AE	AE	AE	K1	M	M	M	M			
K1	M					0	G	G	G	G	AE		
1	EG	G	AE	B	AE	K1	M						
K1	M					1	G	G	G	G	B		
2	EG	G	AE	MB	AE	K1	2	VG	G	G	AE	B	
K1	M					2	M	M	M				
3	VG	AE	VB	VB	EB	K1	3	B	B	B	B	VB	
K1	M					3	M	M	M				
4	VG	VG	B	B	EG	K1	4	AE	G	G	B	B	
K1	M					4	M	M	M				
5	G	G	AE	AE	AE	K1	5	VG	VG	B	MB	VB	
K1	M					5	M	M	M				
6	G	G	B	B	B	K1	6	G	G	G	G	B	
K1	M					6	M						
7	B	AE	B	B	B	K1	7	AE	AE	AE	AE	AE	
K1	M					7	M						
8	G	G	G	G	G	K1	8	VG	AE	AE	AE	G	
K1	M					8	M						
9	MB	B	AE	EB	EB	K1	9	B	B	G	EB	EB	
K1	M												
UZMAN 2	K1	EG	G	G	AE	B	UZMAN 4	K1	EG	G	AE	B	B
	K2	EG	G	AE	AE	AE		K2	EG	AE	B	B	B
	K3	EG	B	B	MB	B							
	K4	G	G	B	B	B		K3	EG	B	B	B	B
	K5	M						K4	G	AE	AE	AE	AE
	K5	G	G	G	G	B							
	K6	M						K5	G	G	AE	AE	AE
	K6	G	G	AE	B	B							
	K7	M						K6	AE	AE	AE	AE	AE
K7	G	G	AE	AE	B								
K8	M					K7	M						
K8	G	G	G	AE	B								
K9	M					K8	G	G	AE	AE	AE		
K9	G	G	G	B	B								
K1	M					K9	G	G	G	G	G		
0	VG	G	G	G	AE	K1	0	G	AE	AE	B	B	
K1	M												
1	VG	G	G	AE	AE	K1	1	AE	AE	AE	B	B	
K1	M												
2	VG	G	AE	B	B	K1	2	AE	AE	B	VB	EB	
K1	M												
3	VG	AE	B	B	B	K1	3	AE	AE	B	B	B	
K1	M												
4	G	G	G	G	G	K1	4	G	AE	AE	B	B	
K1	M												
5	AE	AE	AE	AE	AE	K1	5	VG	G	G	AE	B	
K1	M												
6	G	G	G	B	B	K1	6	G	G	AE	B	B	
K1	M												
7	AE	AE	AE	AE	B	K1	7	G	AE	AE	AE	AE	
K1	M												
8	VB	G	G	G	G	K1	8	G	AE	G	G	EG	
K1	M												
9	MB	MB	MB	EB	EB	K1	9	AE	AE	AE	VB	VB	

Her bir kriter için tüm alternatiflerin aldığı performans değerlerinin ortalaması alınarak aşağıdaki çözüm matrisi elde edilir(Tablo 18).

Tablo 18: Ortalama bulanık değerler tablosu.

Alt Kriterler	Ortalama Bulanık Değerler			
K11	0,52	0,72	0,10	0,29
K12	0,47	0,67	0,13	0,33
K13	0,36	0,56	0,20	0,44
K14	0,41	0,61	0,17	0,39
K21	0,49	0,69	0,11	0,32
K22	0,45	0,65	0,14	0,36
K23	0,42	0,62	0,16	0,38
K24	0,47	0,67	0,13	0,33
K25	0,50	0,70	0,10	0,30
K31	0,51	0,71	0,10	0,29
K32	0,47	0,67	0,13	0,33
K33	0,42	0,62	0,18	0,38
K34	0,32	0,52	0,22	0,48
K41	0,48	0,68	0,11	0,32
K42	0,44	0,64	0,15	0,36
K43	0,46	0,66	0,11	0,35
K51	0,41	0,61	0,18	0,39
K52	0,40	0,60	0,18	0,40
K53	0,29	0,49	0,25	0,51

Alternatiflerin dilsel terimler kullanılarak değerlendirilmesinden sonra yamuksal bulanık sayılara dönüştürülmesiyle ortalama bulanık değerler bulunmaktadır. Daha sonra pozitif ve negatif uzaklık matrisleri bulmamız gerekmektedir. Bu adımda kriterlerin fayda veya maliyet olmasına dikkat edilmektedir. Problemimizde bulunan tüm kriterler fayda temelli olduğu için ilgili denklemlerin fayda kriteri kullanılmaktadır. Alternatiflerin ağırlıklı bulanık pozitif değerleri aşağıdaki gibi bulunmaktadır(Tablo 19).

Tablo 19: Ağırlıklı bulanık pozitif değerler.

A1	0,72	1,69	-1,47	-0,72
A2	0,33	1,02	-0,99	-0,33
A3	0,06	0,35	-0,34	-0,06
A4	0,03	0,18	-0,18	-0,03
A5	-0,06	0,17	-0,19	0,06

Alternatiflerin ağırlıklı bulanık toplam negatif değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır(Tablo 20).

Tablo 20: Ağırlıklı bulanık negatif değerler.

A1	-0,05	-0,01	0,02	0,06
A2	-0,15	0,00	0,12	3,66
A3	-0,10	0,00	0,08	0,17
A4	-0,16	0,18	0,40	0,71
A5	-0,10	0,09	0,15	0,34

Tüm alternatiflerin SPj ve SNj değerlerinin normalize edilmiş hali aşağıdaki gibidir(Tablo 21).

Tablo 21: SPj değerleri.

	Normalize ağırlıklandırılmış pozitif uzaklıklar (nspj)									
A1	0,72	1,69	-1,47	-0,72	0,06	11,62	27,16	-23,60	-11,62	
A2	0,33	1,02	-0,99	-0,33	0,01	5,33	16,35	-15,89	-5,33	
A3	0,06	0,35	-0,34	-0,06	0,00	0,93	5,61	-5,47	-0,93	
A4	0,03	0,18	-0,18	-0,03	0,00	0,46	2,92	-2,84	-0,46	
A5	-0,06	0,17	-0,19	0,06	0,01	-0,98	2,71	-3,06	0,98	
						Maks.	0,06			

Tablo 22: SNj değerleri.

	Normalize ağırlıklandırılmış negatif uzaklıklar (nsnj)									
A1	-0,05	0,01	0,02	0,06	0,01	0,95	0,98	1,01	1,04	
A2	-0,15	0,00	0,12	3,66	1,17	-2,12	0,90	1,00	1,13	
A3	-0,10	0,00	0,08	0,17	0,04	0,86	0,94	1,00	1,08	
A4	-0,16	0,18	0,40	0,71	0,28	0,40	0,66	0,84	1,13	
A5	-0,10	0,09	0,15	0,34	0,12	0,71	0,87	0,93	1,09	
						Maks.	1,17			

Tablo 22’de normalize ağırlıklandırılmış negatif uzaklıklar hesaplanmıştır. Yamuksal bulanık sayı değerlendirme skorlarının hesaplanması aşağıdaki gibidir(Tablo 23).

Tablo 23: Skor tablosu.

A1	6,29	14,07	-11,30	-5,29
A2	1,61	8,63	-7,44	-2,10
A3	0,90	3,27	-2,23	0,07
A4	0,43	1,79	-1,00	0,34
A5	-0,13	1,79	-1,07	1,03

Tablo 24: Sıralama sonucu.

A1	1,00
A2	0,26
A3	0,51
A4	0,39
A5	0,37

6. SONUÇ

Son yıllarda popülerleşen sürdürülebilirlik kavramı çok hızlı bir şekilde yönetim süreçlerimize dahil olmuş ve şirketler kendi pozisyonlarını sürdürülebilirlik başlığı altında değerlendirmeye başlamıştır. Çoğu şirket talimat ve prosedürlerini güncellemiş, yayınladıkları hedeflere sürdürülebilirlik öğelerini eklemiştir. Tedarikçiler sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamaları ile

varlıklarını sürdürülebilir yapacak ve müşteri memnuniyetinin artırılması, ürün kalitesinde standartları yakalama ve üretim süreçlerini güncel tutma gibi amaçlarında başarılı olacaklardır. Bu çalışmada, karar ekibi tüm çok kriterli karar verme tekniklerinde olduğu gibi farklı tecrübe ve bilgi sahibi olan çeşitli kişilerden oluşmuştur. Ayrıca model 5 ana kriter ve 19 alt kriterden oluşmuştur. Karar vericilerin verdiği anket yanıtları tutarlılık analizleri ile kontrol edilmiştir. Tutarlı sonuca ulaşmayan anket sonuçları tekrar karar vericiye iade edilmiş ve tutarlılık analizi sonucu tutarlı çıkana kadar tekrar doldurtulmuştur. Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi kapsamında gerçekleştirilecek sürdürülebilir tedarikçi seçimi amacıyla Bulanık AHP, Bulanık EDAS ve Bulanık VIKOR yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılması sonucu oluşan birçok kriterli karar verme modeli oluşturulmuştur. Bu model öncelikle Bulanık AHP ile ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıklarının bulunmasıyla başlamaktadır. Ardından ana kriter ve alt kriterler sonucunda nihai sonuç ağırlıklandırılmış alt kriterler bulunmuştur. Buradan alınan sonuçları en iyi alternatifleri belirlemek amacıyla Bulanık EDAS ve Bulanık VIKOR yöntemleri uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda sürdürülebilir tedarik zincirinin en önemli kriterinin çevre yönetimi olduğu ve sırasıyla sosyal yönetim, ekonomi yönetimi, kalite güvence yönetimi ve üretim yönetimi olduğu gözlemlenmiştir. Oluşturduğumuz modelde Bulanık AHP ile bulunan nihai kriter ağırlıkları Bulanık EDAS ve Bulanık VIKOR yöntemleri kullanılarak alternatifler değerlendirilmiş ve sıralamalar belirlenerek en önemli alternatif seçilmiştir.

Yazar Katkıları: Her iki yazar, literatür taraması, model ve yöntemlerin hesaplamalarının yapılması, makale yazımı ve düzenleme süreçlerine katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması: Bu çalışmanın yazarları olarak, herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile çıkar çatışması bulunmadığını beyan etmekteyiz.

7. KAYNAKLAR

[1] H. L. Lee, C. Billington, "Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities," *Solan Management Review*, vol. 33, no. 3, pp. 65-73, Apr. 1992.

- [2] B. S. Silvestre, "Sustainable supply chain management in emerging economies: Environmental turbulence, institutional voids and sustainability trajectories," *International Journal of Production Economics*, vol. 167, pp. 156-169, Sep. 2015.
- [3] G. Pauli, "The Blue Economy: 10 years, 100 innovations, 100 million jobs," Paradigm Publications, 2010.
- [4] F. Ecer, "Sustainable supplier selection: fucom subjective weighting method based mairca approach," *Journal of Economics and Administrative Sciences Faculty*, vol. 8, no. 1, pp. 26-48, Mar. 2021.
- [5] C. Martins, M. V. Pato, "Supply chain sustainability: A tertiary literature review," *Journal of Cleaner Production*, vol. 225, pp. 995-1016, Jul. 2019.
- [6] S. Luthra, et. al., "An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains," *Journal of Cleaner Production*, vol. 140, no. 3, pp. 1686-1698, Jan. 2017.
- [7] S. Chopra, et. al., "Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation," Pearson Education, New Jersey, 2013.
- [8] N. Ahmadov, "Yeni Nesil Tedarik Zincirlerinin Gelişimi: Yeşil Tedarik Zinciri," Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, İstanbul, 2021.
- [9] K. C. Tan, V. R. Kannan, R. B. Handfield, "Supply chain management: supplier performance and firm performance," *International Journal of Purchasing and Material Management*, vol. 34, no. 3, pp. 1-23, 1998.
- [10] A. Ş. Özkan, "Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi ve İş," Doktora Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli, 2021.
- [11] D. J. Bowersox, et. al., "Readings in Physical Distribution Management: The logistics of marketing," Macmillan, New York, 1969.
- [12] A. İ. Özdemir, "Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları," *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, vol 23, pp. 87-96, Jul. 2004.
- [13] T. C. Cheng, S. Podolsky, "Just-in-Time Manufacturing: An Introduction," Chapman&Hall, London, 1996.

- [14] E. Nebol, U. Tanyeri, E. Uzel, "Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi," Nobel Akademik Yayıncılık, 2016.
- [15] J. Heizer, B. Render, C. Munson, "Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management," Pearson, 2020.
- [16] I. F. Karasu, "Tedarik Zinciri Yönetiminin Yapısı ve İşleyişi," Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2006.
- [17] G. Nakıboğlu, "Covid-19 küresel tedarik zincirlerinde yaşananlar ve dönüşüm," Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, cilt 17, sayı 2, sayfa 1-16, Aralık 2020.
- [18] F. A. Kibar, et. al., "Evaluation of anxiety levels and sleep quality of health care workers working in filiation during the covid-19 pandemic," Sakarya: Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care, vol. 16, no. 1, pp. 66-75, Mar. 2022.
- [19] E. Fendoğlu, M. A. Polat, "Covid-19 salgını'nın otomotiv endüstrisi üzerindeki etkileri," İktisadi ve İdari Bilimler Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler, sayfa 514-528. 2020.
- [20] R. Perrin, A. Liescu, V. Iancu, "COVID-19's Impact on the Supply Chain", [Online]. Available: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ro/pdf/2020/COVID-19-impact-on-the-supply-chain.pdf>.
- [21] M. Hammer, "The superefficient company," Harvard business review, vol. 79, no.8, pp. 82-93, Sep. 2001.
- [22] P. Ward. "Experts drill into the motor industry's chip issues", 2021, [Online]. Available: <https://www.autocar.co.uk/car-news/industry-news-tech%2C-development-and-manufacturing/stock-take-experts-drill-motor-industrys>.
- [23] A. Bicer, "Automakers' chip crisis spreading to other sectors," 2021, Anadolu Agency, [Online]. Available: <https://www.aa.com.tr/en/economy/automakers-chip-crisis-spreading-to-other-sectors/2194289>.
- [24] G. Guillaume, "Chip shortage leads carmaker Opel to shut German plant until 2022," Reuters, 2021.
- [25] B. Ageron, A. Gunasekaran, A. Spalanzani, "Sustainable supply management: An empirical study," International Journal of Production Economics, vol. 140, no. 1, pp. 168-182, Nov. 2012.
- [26] Vikipedi, 2022, "Sürdürülebilirlik," [Online]. Available: tr.wikipedia.org/wiki/Sürdürülebilirlik.
- [27] M. A. White, "Sustainability: I know it when I see it," Ecological Economics, vol. 83, pp. 213-217, Feb. 2013.
- [28] T. Koç, "Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Kullanarak Sürdürülebilir Tedarikçi Değerlendirme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 2020.
- [29] E. D. R. S. Gonzalez, "Making real progress toward more sustainable societies using decision support models and tools: introduction to the special volume," Journal of Cleaner Production, vol. 105, pp. 1-13, Oct. 2015.
- [30] R. Allen, "How to Save the World. Strategy for World Conservation," Kogan Page Ltd., 1980.
- [31] World Commission on Environment and Development and G. H. Brundtland, "Our Common Future," Opening Address by Gro Harlem Brundtland... on the Occasion of the Launch of the Report, London, England, Apr. 1987.
- [32] P. Ö. Eşkin, "Sürdürülebilirlik nedir?," Ekolojist, 2019, [Online]. Available: <https://ekolojist.net/surdurulebilirlik-nedir>.
- [33] D. P. Claro, et. al., "Sustainability drivers in food retail," Journal of Retailing and Consumer Services, vol. 20, no. 3, pp. 365-371, May. 2013.
- [34] H. Deng, "Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison," International Journal of Approximate Reasoning, vol. 21, no. 3, pp 215-231, Aug. 1999.
- [35] S. Mahmoodzadeh, et. al., "Project selection by using fuzzy AHP and TOPSIS technique," International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering, vol. 1, no. 6, pp. 270-275, 2007.
- [36] G. Akman, A. Alkan, "Tedarik zinciri yönetiminde BAHF yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: otomotiv yan sanayi örneği," İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, cilt 5, sayı 9, sayfa 23-46, Haziran 2006.
- [37] K. Zhu, Y. Jing, D. Chang, "A discussion of extent analysis method and applications of

- fuzzy AHP," *European Journal of Operational Research*, vol. 116, no. 2, pp. 450-456, Jul. 1999.
- [38] C. Kahraman, U. Cebeci, Z. Ulukan, "Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP," *Logistics Information Management*, vol. 16, no. 6, pp. 382-394, Dec. 2003.
- [39] C. Kahraman, "Fuzzy Multi-Criteria Decision Making: Theory and Applications with Recent Developments," Springer, 2008.
- [40] H. Güner, "Bulanık AHP ve Bir İşletme için Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması," Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 2005.
- [41] R. J. Kuo, S. C. Chi, S. S. Kao, "A decision support system for locating convenience store through fuzzy AHP," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 37, no. 1-2, pp. 23-326, Oct. 1999.
- [42] B. Öztürk, "Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Bulanık Topsis ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci," Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, 2011.
- [43] C. T. Chen, C. T. Lin, S. F. Huang, "A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management," *International Journal of Production Economics*, vol. 102, no. 2, pp. 289-301, Aug. 2006.