Turkish Research Journal of Academic Social Science, 9(2): 162-170, 2026
DOI: https://doi.org/10.59372/turajas.1943647

Turkish Research Journal of Academic Social Science

Available online, ISSN: 2667-4491 | www.turkishsocialscience.com |)

VDAHP Decision Support System For Supplier Selection In The Rubber Industry**

Serdar Özdemir[1,a,*], Sibkat Kaçtıoğlu[2,b]

[1] Angst+Pfister Gelişmiş Teknik Çözümler A.Ş., Bursa, Türkiye
[2] İstanbul Ticaret Ünviersitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, İstanbul, Türkiye

**Corresponding Author*

ARTICLE INFO

Research Article

Received : 04/05/2026
Accepted : 22/05/2026

Keywords:
VDAHP
AHP
VDA 6.3
Supplier Selection
Multi Sourcing
Rubber Industry

ABSTRACT

In the automotive industry, the zero-defect principle has transformed supplier selection from a purely price-based decision into a multi-criteria strategic partnership model. Many businesses face operational and financial risks created by suppliers who offer cost advantages but have inadequate quality processes. In this study, a hybrid decision support system called VDAHP (VDA 6.3 & AHP) was applied to the procurement process of 100,000 metal bushings required for the production of vibration damping mounts for a company operating in the rubber sector. VDAHP combines the Analytical Hierarchy Process (AHP) method with the VDA 6.3 process control standard developed by the German Automotive Industry Association as an inflexible logical barrier. As a result of the application, the system autonomously eliminated the supplier who offered the lowest price of €1.80 but did not meet the VDA threshold, and if the capacity of the first-selected supplier was insufficient, it autonomously distributed the order to other suitable firms, creating an optimal procurement plan with a total cost of €212,000. VDAHP yields positive results when compared with sensitivity analysis, where aggressive scenarios with reduced quality weight are tested.

Türk Akademik Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi, 9(2): 162-170, 2026

VDAHP Karar Destek Sistemi ile Kauçuk Sektöründe Tedarikçi Seçimi

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 04/05/2026
Kabul : 22/05/2026

Anahtar Kelimeler:
VDAHP
AHP
VDA 6.3
Tedarikçi Seçimi
Çoklu Tedarik
Kauçuk Sektörü

ÖZ

Otomotiv sanayisinde sıfır hata prensibi, tedarikçi seçimini sadece fiyata dayalı bir karar olmaktan çıkarıp çok kriterli bir stratejik ortaklık modeline dönüştürmüştür. Birçok işletme, maliyet avantajı sağlayan ancak kalite süreçleri yetersiz olan tedarikçilerin yarattığı operasyonel ve finansal risklerle karşı karşıyadır. Bu çalışmada, VDAHP (VDA 6.3 & AHP) olarak adlandırılan hibrit karar destek sistemi ile kauçuk sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin titreşim sönümleyici takoz üretimi için gereken 100.000 adetlik metal burç tedarik sürecine uygulanmıştır. VDAHP, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemini, Alman Otomotiv Endüstrisi Birliği tarafından geliştirilen VDA 6.3 süreç denetim standardı ile esnetilemez bir mantıksal bariyer olarak birleştirmektedir. Uygulama sonucunda sistem; 1.80 € ile en düşük fiyatı vermesine rağmen VDA barajını geçemeyen tedarikçiyi otonom olarak elemiş, birinci seçilen tedarikçinin kapasitesinin yetersiz kalması durumunda ise siparişi diğer uygun firmalara otonom paylaştırarak 212.000 € toplam maliyetli optimum satınalma planını oluşturmuştur. VDAHP'nin, kalite ağırlığının düşürüldüğü agresif senaryoların test edildiği duyarlılık analizi ile karşılaştırılarak olumlu sonuçlar vermektedir.

[a] serdar.ozdemir@angst-pfister.com https://orcid.org/0009-0007-4498-5429
[b] skactioglu@ticaret.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-8529-3775

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

**Bu makale Prof. Dr. Sibkat Kaçtıoğlu danışmanlığında Serdar Özdemir tarafından tamamlanan "Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Karar Destek Sistemi Tasarımı ve Kauçuk Sektöründe Bir Uygulama" başlıklı yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Giriş

Küresel otomotiv endüstrisinde rekabet, artık sadece nihai ürünün kalitesi üzerinden değil, tedarik zincirinin bütününe yayılmış olan proses güvenliği ve sürdürülebilirlik üzerinden yürütülmektedir. Otomotiv ana sanayisi, tedarikçilerinden "sıfır hata" vizyonuna uygun, izlenebilir ve hatasızlaştırılmış üretim hatları talep etmektedir. Özellikle motor takozları, süspansiyon burçları ve şasi bağlantı elemanları gibi titreşim sönümleyici (anti-vibrasyon) kauçuk parçaların üretiminde, ana iskeleti oluşturan dışarıdan tedarik edilmiş metal bileşenlerin (metal burç vb.) kalitesi nihai ürünün ömrünü ve araç güvenliğini doğrudan belirlemektedir. Bu tür metal-kauçuk birleşimli parçalarda; tedarik edilen metal burcun CNC talaşlı imalat toleransları, yüzey pürüzlülüğü, kumlama ve kaplama (fosfatlama vb.) kalitesi, fabrikadaki vulkanizasyon (pişirme) aşamasında yaşanacak yapışma mukavemetini etkileyen en hayati operasyonel unsurlardır. Bu nedenle tedarikçi seçimi; sadece "en ucuz teklifi vereni bulma" eylemi değil; teknik yetkinlik, kalite güvencesi, kapasite yeterliliği ve lojistik sürdürülebilirliğin eş zamanlı analiz edildiği karmaşık ve stratejik bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir.

Ancak literatürde ve sahada sıklıkla karşılaşılan en büyük zafiyet, kullanılan karar verme algoritmalarının birçoğunun "telafi edilebilir" bir matematiksel yapıya sahip olmasıdır. Bu doğrusal mantıkta, bir tedarikçinin hayati öneme sahip bir kriterdeki (örneğin kalite prosesi) tehlikeli boyuttaki zafiyeti, başka bir kriterdeki (örneğin agresif bir ucuz fiyat teklifi) yüksek puanı olması nedeniyle kabul edilebilmektedir. Otomotiv gibi proses güvenliğinin insan hayatıyla eşdeğer olduğu bir sektörde, kalitesizliğin ucuz maliyetle telafi edilmesi endüstriyel açıdan kabul edilemez bir risktir. ISO 9001 gibi genel kalite standartları bu riski önlemede yüzeysel kalırken; Alman Otomotiv Endüstrisi Birliği tarafından geliştirilen VDA 6.3 süreç denetim standardı, doğrudan üretim hattının (sıcaklık, basınç, yüzey işlem parametreleri vb.) yetkinliğini ölçen çok daha derin ve katı bir çerçeve sunmaktadır. Literatür incelendiğinde, VDA 6.3 standartlarının karar modellerinde bir "eleme bariyeri" olarak entegre edildiği ve otonom sistemlerle yönetildiği çalışmalara rastlanılmamıştır.

Çalışmanın bir diğer çıkış noktası ise, seçilen birinci tedarikçiye siparişin tamamının yüklenmesi eğilimidir. Pandemi ve tedarik zinciri krizleri, tek kaynağa bağımlılığın üretim duruşlarına yol açtığını kanıtlamıştır. Bu durum, kapasite kısıtlarını dikkate alarak riski dağıtan "çoklu tedarik" optimizasyonunu zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı ve katkısı; kauçuk sektöründe titreşim sönümleyici parça üreten bir işletmenin 100.000 adetlik metal burç tedariki problemi için, geleneksel yöntemlerin zafiyetlerini ortadan kaldıran web tabanlı hibrit bir Karar Destek Sistemi (KDS) geliştirmektir. VDAHP olarak adlandırılan bu hibrit uygulamada; AHP yöntemi ile hesaplanan ağırlıklar doğrultusunda sıralama yapılmadan önce, VDA 6.3 denetim skoru sisteme esnetilemez bir mantıksal "kalite bariyeri" (If-Else algoritması) olarak kodlanmıştır. Böylece, düşük kalite puanına sahip tedarikçilerin fiyat avantajıyla sistemde birinci seçilmesi matematiksel olarak engellenmiştir. Ayrıca modele entegre edilen algoritma ile siparişin kapasite oranında otonom olarak paylaştırılması sağlanmış; sistem, duyarlılık analizi ile karşılaştırılmıştır.

Literatür Taraması

Tedarikçi seçimi problemi üzerine yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yönteminin, karmaşık problemleri hiyerarşik alt parçalara bölerek yönetilebilir kılması ve uzman yargılarının tutarlılığını ölçebilmesi (CR analizi) nedeniyle en çok tercih edilen analitik yöntemlerden biri olduğu görülmektedir (Saaty, 1990: 25). Ancak AHP'nin tek başına kullanıldığı durumlar, mutlak eleme kısıtlarını dinamik olarak işletmekte zorlanmaktadır. Örneğin, Luthra ve ark. (2017: 1687) ile Jain ve ark. (2018: 556) otomotiv sektöründe AHP tabanlı modeller önermiş, ancak modellerin "telafi edilebilir" yapısı nedeniyle aşırı düşük fiyatların kaliteyi gölgeleme riskine tam bir çözüm sunamamıştır. Benzer şekilde, tedarikçi değerlendirmelerinde Osiro ve ark. (2014: 96) tarafından bulanık mantık (fuzzy logic) yaklaşımları kullanılarak belirsizlikler aşılmaya çalışılmışsa da endüstriyel standartları doğrudan bir bariyer olarak kullanan sistem eksikliği devam etmiştir.

Otomotiv sektörüne özel araştırmalar incelendiğinde, IATF 16949 ve VDA 6.3 süreç denetim standartlarının önemi sıkça vurgulanmaktadır. Taherdoost ve Brard (2019: 1025), VDA 6.3'ün sadece nihai ürünü değil, o ürünü ortaya çıkaran üretim proseslerinin hatasızlaştırılmasını denetleyen en katı standart olduğunu belirtmektedir. Buna rağmen, VDA 6.3 skorunun "telafi edilemez" bir mantıksal bariyer (barrier) olarak yazılım algoritmalarına gömüldüğü bütüncül bir karar destek yazılımına rastlanmamıştır.

Günümüzde tedarik zinciri kesintileri, tek kaynağa bağımlılığın risklerini artırmıştır. Zimmer ve ark. (2016: 1415) ile Kamalahmadi ve Parast (2016: 118), dirençli (resilient) tedarik ağları kurmanın önemini belirtirken; Hosseini ve Barker (2016: 69) esneklik odaklı tedarikçi seçimi için modeller geliştirmişlerdir. Ayrıca, çoklu sipariş dağıtımlarında risklerin ve kapasite kısıtlarının optimize edilmesi, plastik ve kauçuk gibi endüstrilerde kritik bir karar problemidir (Cheraghalipour ve Farsad, 2018: 238). Son yıllarda bu sürece sürdürülebilirlik ve yeşil tedarik zinciri (GSCM) metriklerinin entegrasyonu da hız kazanmıştır (Yazdani ve ark., 2017: 3729; Stević ve ark., 2020: 3). Bu çalışma, AHP'nin gücünü VDA 6.3'ün katı denetimiyle ve kapasite optimizasyonuyla birleştirerek bu teorik ve pratik boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

Materyal ve Metot

Geliştirilen ve otonom bir karar destek sistemi olarak kodlanan VDAHP algoritması, birbirine entegre üç ana analitik modülden oluşmaktadır.

Modül 1: Hiyerarşik Ağırlıklandırma (AHP Modülü)

Sistem, karar vericilerden alınan ikili karşılaştırma yargılarını kullanarak kriter ağırlıklarını hesaplar. Saaty'nin 1-9 önem ölçeğine (Saaty,1990:54) göre oluşturulan A karar matrislerinde, kriter ağırlıklarının (w) bulunması için $\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j = \lambda_{\max} w_j$ formülü ile özvektör hesaplamaları yapılmış ve karar vericilerin yargılarının matematiksel tutarlılığı, Tutarlılık Oranı $CR = \frac{CI}{RI} \leq 0{,}10$ formülü (Saaty,1990:82) ile yazılım tarafından anlık olarak denetlenmiştir. Sistemin algoritması, CR değeri %10'un

üzerine çıktığında kullanıcıyı uyararak tutarlı veri girişini zorunlu kılmaktadır.

Modül 2: VDA 6.3 Mantıksal Bariyeri (Barrier Modülü)

VDAHP'nin sunduğu bu ek modül yaklaşımı, aday tedarikçilerin VDA 6.3 denetim skorlarını kontrol eder. Geleneksel AHP adımları tamamlandıktan sonra, puanlar doğrudan sıralanmaz. Sisteme gömülü olan eleme kısıtı şu şekilde tanımlanmıştır:

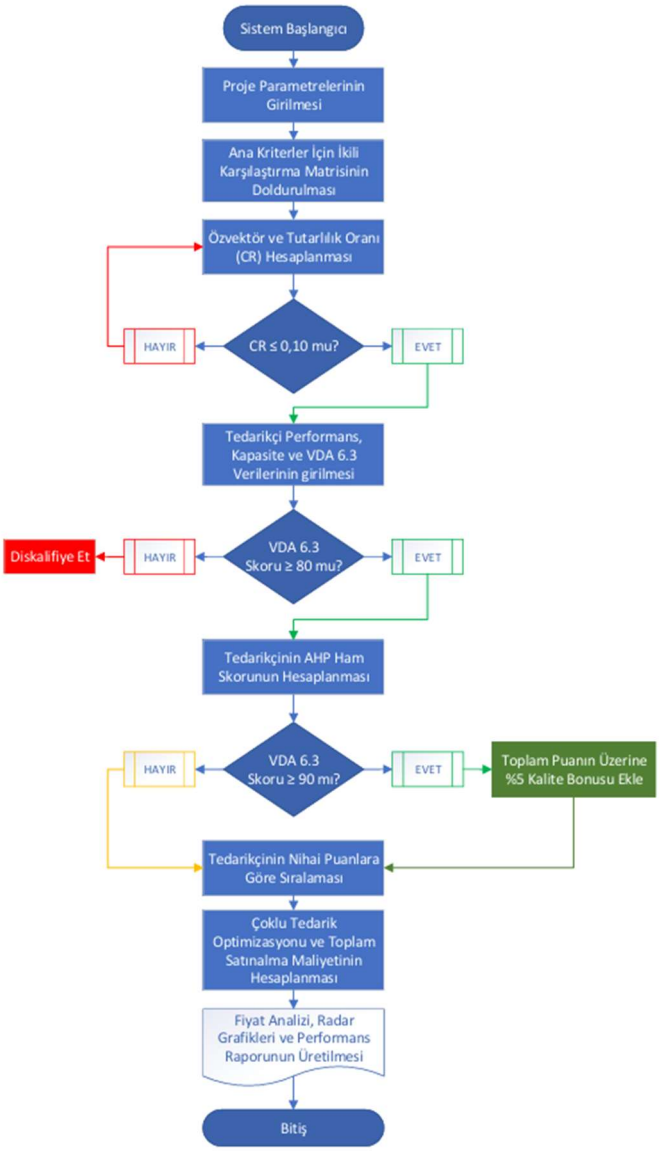
- $Eğer\ \ VDA_i < 80 => X_i = 0$ (Aday diskalifiye edilir, maliyet optimizasyonuna dahil edilmez)
- $Eğer\ \ VDA_i \geq 80 => X_i = 1$ (Aday onaylanır ve çoklu tedarik kapasite dağıtımına aktarılır)

Burada VDA_i, $i.$ tedarikçinin VDA 6.3 süreç denetim puanını (VDA,2016:14); X_i ise tedarikçinin karar kümesindeki nihai durumunu ifade etmektedir.

Tedarikçilere uygulanan VDA 6.3 denetim sorularının bir çıktısı olarak, puanlama yapılır. Standarda göre 80 altı puan alan tedarikçiler diskalifiye edilir. VDAHP, VDA 6.3 standardının bu kuralını işlemektedir.

Modül 3: Kapasite Kısıtlı Çoklu Sipariş Dağıtımı (Multi-Sourcing Modülü)

VDA 6.3 bariyerini geçen adaylar AHP puanlarına göre sıralandıktan sonra, toplam talep miktarı (D), en yüksek puanlı adaydan başlanarak firmaların üretim kapasiteleri (C_i) oranında sırayla otonom olarak dağıtılır. Bu işlem, talep tamamen karşılanana kadar alt sıradaki tedarikçilere inilerek devam eder.



Şekil 1. VDAHP sistem akışı

Figure 1. VDAHP system flow

Uygulama: Kauçuk Sektöründe Vaka Analizi ve Kriterler

Uygulama, otomotiv ana sanayisine Tier-1 seviyesinde üretim yapan bir kauçuk işletmesinde gerçekleştirilmiştir. İşletmenin "titreşim sönümleyici takoz" üretimi için yıllık 100.000 adetlik metal burç ihtiyacı bulunmaktadır. Değerlendirme sürecinde kullanılacak kriterler; IATF 16949 otomotiv kalite standartları, firmanın geçmiş kalite hataları (PPM) ve satın alma/kalite yöneticilerinden oluşan uzman karar verici ekibin görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Metal-kauçuk birleşimli parça üretimine özel olarak tasarlanan hiyerarşik model; 5 ana kriter ve 25 mühendislik/operasyonel alt kriterden oluşmaktadır.

Çizelge 1. Ana ve alt kriterler
Table 1. Main and sub criterias

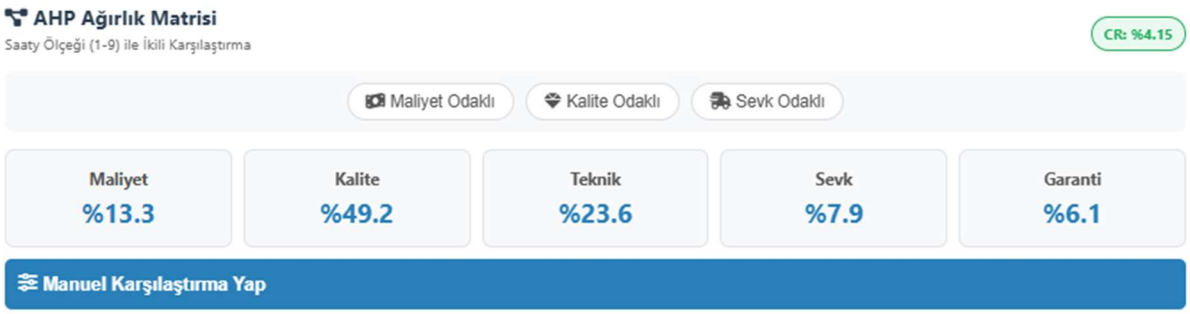
Ana Kriterler	Alt Kriterler
1. Maliyet	1.1. İskonto Durumu 1.2. Vade Durumu 1.3. Ödeme Şekli Uygunluğu 1.4. Sabit Kur Yeterliliği 1.5. Yatırım Kapasitesi
2. Kalite	2.1. IATF 16949 Sertifikasyonu 2.2. ISO 9001 Sertifikasyonu 2.3. Çevre Sertifikaları 2.4. Kalite Süreç Takibi 2.5. İç Denetçi Yetkilisi
3. Teknik	3.1. Makine ve Ekipman Yeterliliği 3.2. Bina Yeterliliği 3.3. Ar-Ge Yapılabilirliği 3.4. Laboratuvar Yetkinliği 3.5. Kalifiye Personel Yetkinliği
4. Sevk	4.1. JIT (Tam Zamanında Üretim) / Kanban Uyumu 4.2. Kapıya Teslim Yeterliliği 4.3. Lojistik Konum Durumu 4.4. Paketleme/Ambalajlama Yeteneği 4.5. Navlun Yetkinliği
5. Garanti	5.1. Garanti Süresi 5.2. İade ve Değişim Yeterliliği 5.3. Yerinde Destek Kabiliyeti 5.4. Güvenlik Stok Tutma Yeterliliği 5.5. Finansal Güç Yeterliliği

Süreçte, bu özellikleri karşılayabileceği düşünülen 5 aday tedarikçinin (A, B, C, D, E) performans verileri ve bağımsız VDA 6.3 denetim sonuçları VDAHP yazılımına şireketin kalite ve Satınalma uzmanları tarafından girilmiştir.

Bulgular ve Analiz

VDAHP ile Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

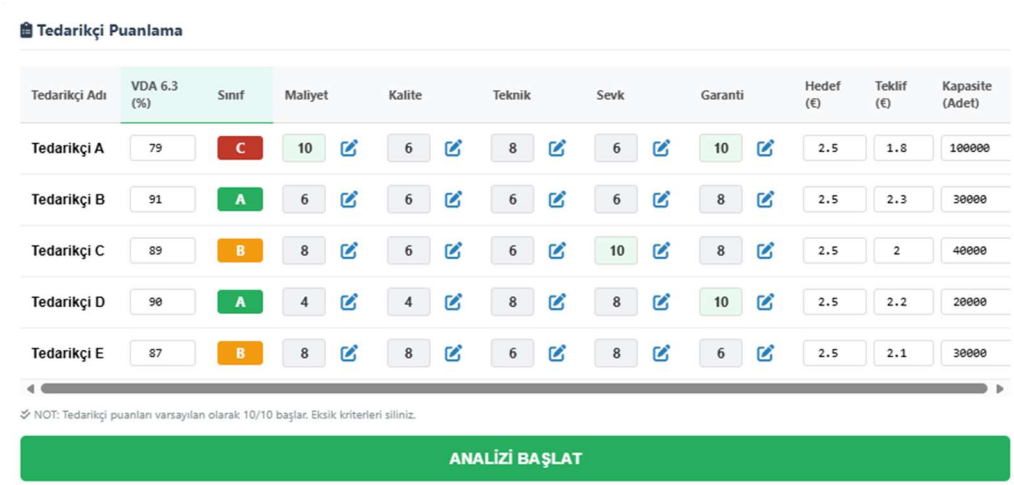
İşletmenin uzmanları tarafından arayüze girilen ikili karşılaştırma matrisleri algoritma tarafından işlenmiş ve Tutarlılık Oranı (CR) %4,15 olarak hesaplanarak verilerin doğruluğu teyit edilmiştir. Titreşim sönümleyici takozların fonksiyonel kritikliği ve yapışma hassasiyeti nedeniyle, sistemin atadığı en yüksek ağırlık %49,2 ile Kalite kriteri olmuştur. Bunu sırasıyla Teknik (%23,6), Maliyet (%13,3), Sevk (%7,9) ve Garanti (%6,1) izlemiştir.



Şekil 2. AHP ağırlık matrisi verilerinin program üzerinde gösterimi
Figure 2. Display of AHP weight matrix data on the programa

VDAHP Mantıksal Bariyerinin Uygulanması ve Otonom Diskalifiye

Adayların performans verileri sisteme yüklendikten sonra ortaya çıkan ilk bulgu, otomotiv sanayisinde sadece fiyata odaklanmanın yaratacağı operasyonel tehlikeyi somutlaştırmıştır. Adaylar arasında yer alan ve siparişin tamamını tek başına karşılayabilen Tedarikçi A, birim başına 1.80 € ile açık ara en düşük fiyat teklifini sunmuştur. Statik ve "telafi edilebilir" bir AHP modelinde maliyet puanından ötürü kolayca birinci seçilecek olan bu firma, yazılıma girilen VDA 6.3 skorunun 79 olması sebebiyle VDAHP'nin mantıksal bariyerine takılmış ve otomatik olarak diskalifiye edilmiştir. Bu müdahale, firmanın sunduğu maliyet avantajının, sahip olduğu proses yetersizliklerini engelleyerek ve potansiyel hatalı üretim krizlerinde bir uyarı niteliği belirtmiştir.



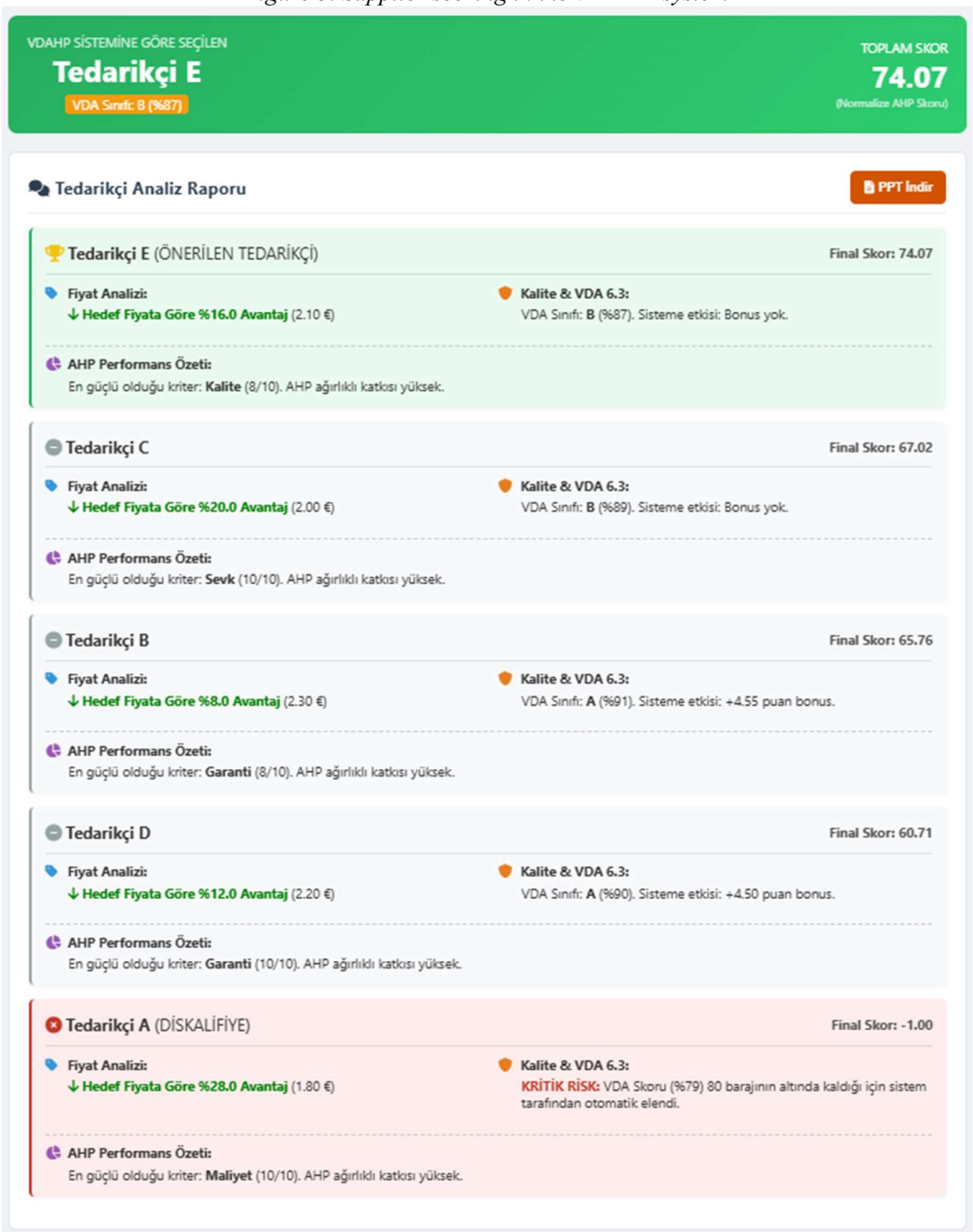
Tedarikçi Puanlama

Tedarikçi Adı	VDA 6.3 (%)	Sınıf	Maliyet	Kalite	Teknik	Sevk	Garanti	Hedef (€)	Teklif (€)	Kapasite (Adet)
Tedarikçi A	79	C	10	6	8	6	10	2.5	1.8	100000
Tedarikçi B	91	A	6	6	6	6	8	2.5	2.3	30000
Tedarikçi C	89	B	8	6	6	10	8	2.5	2	40000
Tedarikçi D	90	A	4	4	8	8	10	2.5	2.2	20000
Tedarikçi E	87	B	8	8	6	8	6	2.5	2.1	30000

NOT: Tedarikçi puanları varsayılan olarak 10/10 başlar. Eksik kriterleri siliniz.

ANALİZİ BAŞLAT

Şekil 3. VDAHP sistemi üzerinde tedarikçi puanlama
Figure 3. Supplier scoring in the VDAHP system



VDAHP SİSTEMİNE GÖRE SEÇİLEN
Tedarikçi E
VDA Sınıfı: B (%87)

TOPLAM SKOR
74.07
(Normalize AHP Skoru)

Tedarikçi Analiz Raporu — PPT İndir

Tedarikçi E (ÖNERİLEN TEDARİKÇİ) — Final Skor: 74.07
- Fiyat Analizi: ↓ Hedef Fiyata Göre %16.0 Avantaj (2.10 €)
- Kalite & VDA 6.3: VDA Sınıfı: B (%87). Sisteme etkisi: Bonus yok.
- AHP Performans Özeti: En güçlü olduğu kriter: Kalite (8/10). AHP ağırlıklı katkısı yüksek.

Tedarikçi C — Final Skor: 67.02
- Fiyat Analizi: ↓ Hedef Fiyata Göre %20.0 Avantaj (2.00 €)
- Kalite & VDA 6.3: VDA Sınıfı: B (%89). Sisteme etkisi: Bonus yok.
- AHP Performans Özeti: En güçlü olduğu kriter: Sevk (10/10). AHP ağırlıklı katkısı yüksek.

Tedarikçi B — Final Skor: 65.76
- Fiyat Analizi: ↓ Hedef Fiyata Göre %8.0 Avantaj (2.30 €)
- Kalite & VDA 6.3: VDA Sınıfı: A (%91). Sisteme etkisi: +4.55 puan bonus.
- AHP Performans Özeti: En güçlü olduğu kriter: Garanti (8/10). AHP ağırlıklı katkısı yüksek.

Tedarikçi D — Final Skor: 60.71
- Fiyat Analizi: ↓ Hedef Fiyata Göre %12.0 Avantaj (2.20 €)
- Kalite & VDA 6.3: VDA Sınıfı: A (%90). Sisteme etkisi: +4.50 puan bonus.
- AHP Performans Özeti: En güçlü olduğu kriter: Garanti (10/10). AHP ağırlıklı katkısı yüksek.

Tedarikçi A (DİSKALİFİYE) — Final Skor: -1.00
- Fiyat Analizi: ↓ Hedef Fiyata Göre %28.0 Avantaj (1.80 €)
- Kalite & VDA 6.3: KRİTİK RİSK: VDA Skoru (%79) 80 barajının altında kaldığı için sistem tarafından otomatik elendi.
- AHP Performans Özeti: En güçlü olduğu kriter: Maliyet (10/10). AHP ağırlıklı katkısı yüksek.

Şekil 4. VDAHP analiz raporu ve tedarikçi A'nın diskalifiye durumu
Figure 4. VDAHP analysis report and disqualification of supplier A

Çoklu Tedarik ve Optimum Sipariş Dağıtımı

Diskalifiye sürecinden sonra, bariyeri geçen tedarikçiler arasında AHP matematiği işletilmiş ve kalite-teknik dengesini en iyi sağlayan Tedarikçi E, sistem tarafından en yüksek puanla birinci alternatif olarak seçilmiştir (Birim Fiyat: 2.10 €). Ancak Tedarikçi E'nin boş üretim kapasitesi 30.000 adette kalmıştır ve 100.000 adetlik toplam talebi karşılamaya yetmemektedir.

Bu aşamada VDAHP algoritması devreye girerek siparişi şu şekilde otonom olarak dağıtmıştır:

- En yüksek puanlı Tedarikçi E'nin tam kapasitesi (30.000 adet) tahsis edilmiştir.
- Kalan ihtiyacın 40.000 adedi, hiyerarşideki ikinci firma olan Tedarikçi C'ye (Birim Fiyat: 2.00 €) aktarılmıştır.
- Kalan son 30.000 adetlik talep ise, fiyatı nispeten yüksek (2.30 €) ancak VDA 91 puanıyla kalite lideri olan Tedarikçi B'ye paylaştırılmıştır. Sonuç olarak işletme, kapasite riskini dağıtarak toplam **212.000 €** maliyetle üç farklı tedarikçiden güvenle alım planı oluşturmuştur.

Satınalma Sipariş Planı

Tedarikçi	Miktar	Birim (€)	Tutar (€)
Tedarikçi E (B)	30.000	2.10 €	63.000 €
Tedarikçi C (B)	40.000	2.00 €	80.000 €
Tedarikçi B (A)	30.000	2.30 €	69.000 €

Toplam Tutar: 212.000 €

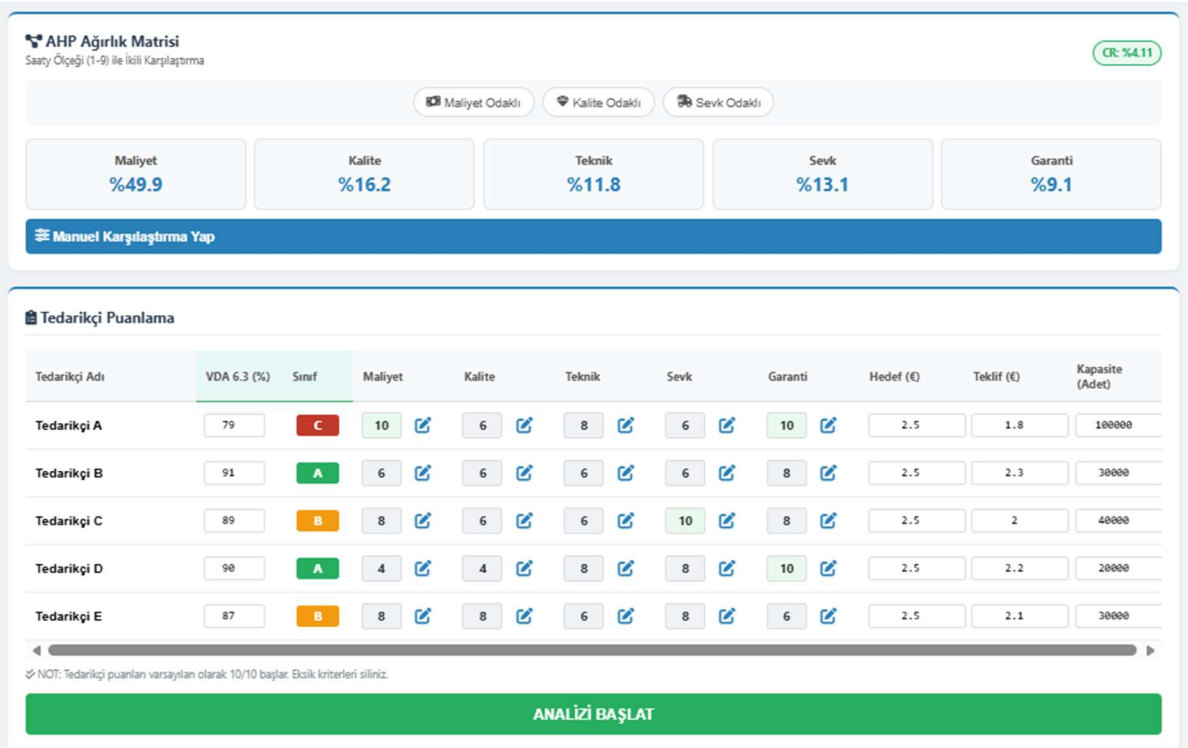
Şekil 5. Satınalma sipariş planı

Figure 5. Purchase order plan

Sistemin Duyarlılık Analizi

Önerilen VDAHP modelinin karar parametrelerindeki köklü değişimlere karşı nasıl bir tepki verdiğini ve bariyerin koruyucu gücünü ölçmek amacıyla bir Duyarlılık gerçekleştirilmiştir. Analiz kapsamında, işletme yönetiminin kaliteyi arka plana iterek sadece maliyete odaklandığı agresif bir kriz senaryosu kurgulanmıştır.

Bunun için başlangıçta %49,2 olan Kalite ağırlığı %16,2'e düşürülmüş; %13,3 olan Maliyet ağırlığı ise baskın hale getirilerek %49,9'ye çıkarılmış ve sistem yeniden çalıştırılmıştır. Şekil 3'teki tedarikçi puanlamaları aynen bırakılmıştır.



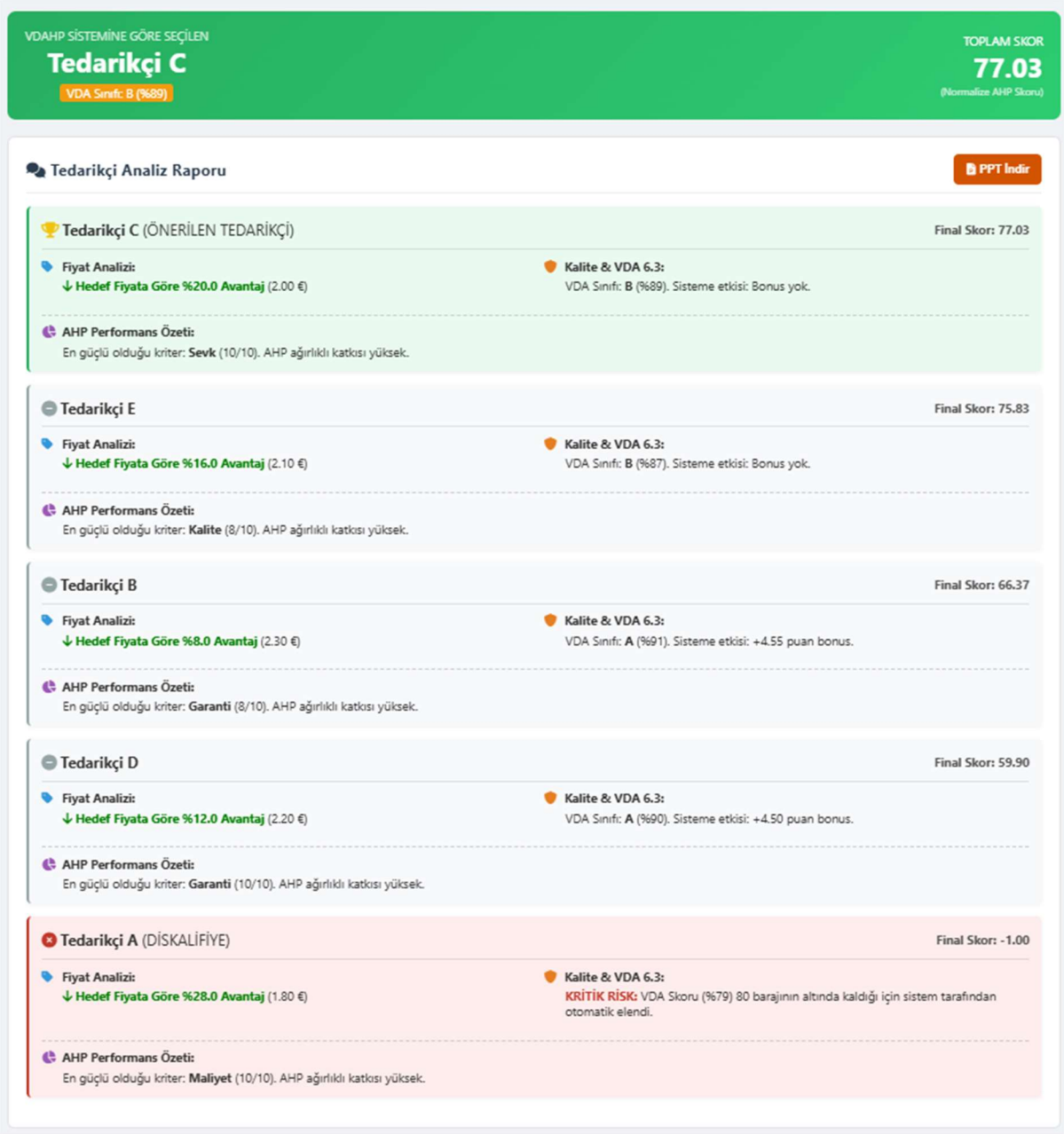
Şekil 6. VDAHP sistem üzerinde maliyet odaklı AHP ağırlık matris gösterimi ve tedarikçi puanlama

Figure 6. Cost-oriented AHP weight matrix display and supplier scoring on the VDAHP system

Çizelge 2. VDAHP duyarlılık analizi sonucu (baz senaryo ve maliyet odaklı senaryo)
Table 2. VDAHP sensitivity analysis result (base seinario and cost-oriented scenario)

Senaryo	Kalite Ağırlığı	Maliyet Ağırlığı	VDAHP Kararı	Geleneksel AHP
Baz	%49,2	%13,3	Tedarikçi E	Tedarikçi E
Maliyet Odaklı	%16,2	%49,9	Tedarikçi C	Tedarikçi A

Bulgular neticesinde şayet sistemde VDA 6.3 eleme bariyeri olmasaydı (Geleneksel AHP), maliyet ağırlığının %49,9'a çıkmasıyla birlikte 1.80 € teklif veren Tedarikçi A, proses hatalarına rağmen açık ara birinci sıraya yükselecek ve siparişi alacaktı. Ancak VDAHP modelinde, VDA 6.3 bariyeri ağırlıklardan bağımsız bir ön kısıt olarak çalıştığı için; Maliyet kriteri %49,9 ağırlığa ulaşsa bile Tedarikçi A'nın diskalifiye durumu değişmemiştir. Sistem, maliyet odaklı bu senaryoda Tedarikçi A'yı yine reddetmiş; siparişi bariyeri geçebilen nispeten uygun fiyatlı Tedarikçi C'ye kaydırmıştır. Bu analiz, VDAHP'nin satın alma departmanlarını salt maliyet baskısından kaynaklı gizli risklerden koruduğunu göstermiştir.



Şekil 7. Maliyet odaklı VDAHP analiz raporu ve tedarikçi A'nın diskalifiye durumu
Figure 7. *Cost-focused VDAHP analysis report and disqualification of supplier A*

Satınalma Sipariş Planı

Tedarikçi	Miktar	Birim (€)	Tutar (€)
Tedarikçi C (B)	40.000	2.00 €	80.000 €
Tedarikçi E (B)	30.000	2.10 €	63.000 €
Tedarikçi B (A)	30.000	2.30 €	69.000 €

Toplam Tutar: 212.000 €

Şekil 8. Maliyet odaklı Satınalma sipariş planı
Figure 8. *Cost-oriented Purchase order plan*

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, otomotiv sanayisinde titreşim sönümleyici takoz üretiminde kullanılan metal burçların tedarik süreci, otonom VDAHP algoritması ile optimize edilmiştir. Elde edilen bulgular, geleneksel ÇKKV modellerinin "telafi edilebilir" matematiksel yapısının otomotiv sektörünün "sıfır hata" beklentisini karşılamada ne kadar riskli olabileceğini göstermiştir.

Çalışmanın en büyük katkısı; VDA 6.3 süreç denetim standardının esnetilemez bir mantıksal eleme bariyeri olarak karar sistemine entegre edilmesidir. Bu bariyer, fiyat avantajının proses kalitesizliğini örtbas etmesini engellemiş; 1.80 € ile açık ara en ucuz teklifi veren ancak proses puanı 79 olan Tedarikçi A'yı sistemden otonom olarak diskalifiye etmiştir. Yapılan duyarlılık analizi, maliyet kriterinin ağırlığının %49,9'a çıkarıldığı senaryoda dahi VDAHP bariyerinin kalite bazlı bir yaklaşımı önerdiği görülmektedir. Ayrıca, uygulanan "çoklu tedarik (multi-sourcing)" algoritması sayesinde, birinci seçilen tedarikçinin kapasitesinin yetersiz kalması durumu çözülmüş ve 100.000 adetlik sipariş üç farklı tedarikçiye (E, C ve B) optimum biçimde dağıtılarak üretim duruşuna yönelik bir farkındalık önermektedir. Bu sonuç, tek kaynağa bağımlılığın getirdiği üretim duruşu risklerine dikkat çeken Zimmer ve ark. (2016: 1415) ile Kamalahmadi ve Parast (2016: 118) tarafından vurgulanan tedarik zinciri direncini uygulamalı olarak sağlamaktadır.

Endüstriyel uygulayıcılara yönelik en önemli stratejik öneri; maliyet açısından rekabetçi olan ancak proses barajına takılarak diskalifiye edilen tedarikçiler (Tedarikçi A gibi) için ana sanayi destekli "Tedarikçi Geliştirme" programlarının başlatılmasıdır. Gelecek çalışmalarda, sunulan VDAHP modeline karbon ayak izi, döngüsel ekonomi ve yeşil tedarik zinciri (GSCM) metriklerinin entegre edilmesi (Yazdani ve ark., 2017: 3729; Stević ve ark., 2020: 3), karar mekanizmalarına küresel sürdürülebilirlik boyutunu da kazandıracaktır.

Çıkar Çatışması: Yazar/lar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.
Finansal Destek: Yazar/lar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.
Etik Beyan: Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.
Etik Kurul İzni: Makale etik kurul izni gerektirmemektedir.
Yapay Zeka Kullanım Beyanı: Kodlama sisteminin doğrulamasında yapay zeka araçları kullanılmıştır.

Kaynakça

Cheraghalipour, A., & Farsad, S. (2018). A bi-objective sustainable supplier selection and order allocation considering quantity discounts under disruption risks: A case study in plastic industry. *Computers & Industrial Engineering, 118*, 237–250. https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.02.017

Hosseini, S., & Barker, K. (2016). A Bayesian network model for resilience-based supplier selection. *International Journal of Production Economics, 180*, 68–87. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.07.014

International Automotive Task Force [IATF]. (2016). *IATF 16949:2016 Quality management system for organizations in the automotive industry* (1. Baskı). IATF Publications.

Jain, V., Sangaiah, A. K., Sakhuja, S., Thoduka, N., & Aggarwal, R. (2018). Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: A case study in the Indian automotive industry. *Neural Computing and Applications, 29*(7), 555–564. https://doi.org/10.1007/s00521-016-2470-8

Kamalahmadi, M., & Parast, M. M. (2016). A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research. *International Journal of Production Economics, 171*, 116–133. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.10.023

Luthra, S., Govindan, K., Kannan, D., Mangla, S. K., & Garg, C. P. (2017). An integrated framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production, 140*, 1686–1698. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.050

Osiro, L., Lima-Junior, F. R., & Carpinetti, L. C. R. (2014). A fuzzy logic approach to supplier evaluation for development. *International Journal of Production Economics, 153*, 95–112. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.02.002

Saaty, T. L. (1990). *Multicriteria decision making: The analytic hierarchy process* (2. Baskı). RWS Publications.

Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method. *Computers & Industrial*

Engineering, 140, 106231. https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231

Taherdoost, H., & Brard, A. (2019). Analyzing the process of supplier selection criteria and methods. *Procedia Manufacturing, 32*, 1024–1034. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.316

Verband der Automobilindustrie [VDA]. (2016). *VDA 6.3: Process audit*. VDA QMC.

Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Zolfani, S. H. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production, 142*, 3728–3740. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.095

Zimmer, K., Fröhling, M., & Schultmann, F. (2016). Sustainable supplier management–a review of models supporting sustainable supplier selection, monitoring and development. *International Journal of Production Research, 54*(5), 1412–1442. https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1079340