

Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanılarak Bir Otomotiv Sanayi Firmasında E-Kanban Tedarikçisi Seçimi

Ural Gökay ÇİÇEKLİ¹

Berkay AYDEMİR²

Özet

Büyük ölçekli işletmelerde tedarikçi seçimi, tedarik zinciri yönetiminin stratejik bir bileşeni olarak değerlendirilmekte ve maliyetlerin azaltılması, kalite sürekliliğinin sağlanması, üretim süreçlerinin aksamadan ilerlemesi ile rekabet avantajı kazanılması açısından hayati bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, doğru tedarikçinin belirlenmesi, sadece operasyonel başarı değil aynı zamanda uzun vadeli kurumsal sürdürülebilirlik için de kritik önemdedir. Bu çalışmada, İzmir’de faaliyet gösteren bir otomotiv sanayi işletmesinde, E-Kanban sistemine göre en uygun tedarikçilerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Literatür taraması ve firma uzmanlarının görüşleri doğrultusunda on üç değerlendirme kriteri oluşturulmuş; bu kriterler Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Mevcut on tedarikçi, belirlenen kriterler çerçevesinde sistematik olarak değerlendirilmiş ve en uygun dört tedarikçi seçilmiştir. Kriter ağırlıkları firma yöneticilerinin uzmanlığına dayanılarak hesaplanmış, karar verme süreci sayısal bir modelle daha nesnel hale getirilmiştir. Çalışma bulguları, AHP tabanlı çok kriterli karar verme yöntemlerinin dijital sistemlerle bütünleşik kullanım potansiyelini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: E-Kanban, tedarikçi seçimi, Analitik Hiyerarşi Prosesi, tedarik zinciri yönetimi, otomotiv sanayi, çok kriterli karar verme

JEL Kodları: C44, L62, M11, D81

Selection of E-Kanban Suppliers in an Automotive Industry Firm Using the Analytic Hierarchy Process

Abstract

Supplier selection in large-scale manufacturing enterprises is a strategic component of supply chain management, influencing cost efficiency, product quality, production continuity, and competitive advantage. Identifying the most suitable supplier is therefore essential not only for operational success but also for long-term organizational sustainability. This study focuses on an automotive company in İzmir that seeks to determine optimal E-Kanban suppliers. Based on an extensive literature review and expert consultations, thirteen evaluation criteria were defined and weighted using the Analytic Hierarchy Process (AHP). Ten potential suppliers were systematically assessed, and four were identified as the most appropriate. The model integrates managerial expertise with quantitative decision-making, enhancing objectivity in supplier evaluation. Findings highlight the potential of AHP-based multi-criteria decision-making methods to be effectively integrated with digital systems, thereby supporting data-driven supplier management in smart manufacturing environments.

¹ Doç. Dr., Ege Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, gokay.cicekli@ege.edu.tr, orcid.org/0000-0002-6032-9540

² Bağımsız Araştırmacı, BMC, berkay.aydemir@bmc.com.tr, orcid.org/0009-0001-5820-1492

Keywords: *E-Kanban, supplier selection, Analytic Hierarchy Process, supply chain management, automotive industry, multi-criteria decision making*

JEL Classification: *C44, L62, M11, D81*

1. Giriş

Otomotiv sektörü, küresel ekonomide önemli bir rol oynamaktadır. Farklı sektörlerle etkileşimi ve gelişmiş ülkelerin ekonomilerinde önemli bir yer tutması, bu sektörü stratejik açıdan önemli hale getirir. Otomotiv Sanayii Derneği (OSD) tarafından yayınlanan aylık ve yıllık veriler sektörün gidişatını anlamak için önemli bir kaynaktır. 2013 yılında 1.166.043 adet olan üretim, 2023 yılında 1.525.963 adete yükselmiştir. Bu, on yıllık bir sürede üretimde %30,87'lik bir artış anlamına gelmektedir. 2013 yılında 843.467 adet olan ihracat, 2023 yılında 1.034.999 adete yükselmiştir. Bu da on yıllık bir sürede ihracatta %22,71'lik bir artışa işaret etmektedir. Üretim ve ihracat arasında paralel bir seyir gözlemlenmiştir. Üretimdeki artış, ihracattaki artışı da beraberinde getirmiştir.

Otomotiv sektörü, karmaşık tedarik zincirleri ve hassas üretim süreçleriyle dikkat çeker. Günümüzde bir araç ortalama 30.000 parçadan oluşur. Üretici firmalar bazı parçaları kendileri üretirken, büyük bir kısmını dış tedarikçilerden temin eder (Özen ve Borat, 2020: 153). Tedarik zincirindeki herhangi bir aksaklık, maliyet artışına, teslimat gecikmesine ve müşteri memnuniyetsizliğine neden olabilir.

Bu bağlamda, doğru tedarikçilerin seçimi, otomotiv üreticileri için stratejik bir karar haline gelmiştir. Fiyat, kalite, teslimat süresi ve tedarik güvenilirliği gibi birçok faktör dikkate alınarak yapılan bu seçimler, firmanın rekabet gücünü doğrudan etkilemektedir. Özellikle E-Kanban gibi modern üretim ve stok yönetimi sistemlerinde tedarikçi seçimi daha da kritik bir hale gelmiştir.

Karar verme, bir sorunu çözmek için atılan ilk adımdır ve işletmeler için kritik bir öneme sahiptir. Doğru ve etkili karar verme, işletmenin başarısında ve ekonomik sonuçlarında belirleyici rol oynar. Problemler için birden fazla çözüm alternatifi bulunur ve bir tanesini seçmek diğerlerinden vazgeçmek anlamına gelmektedir (Yaykaşlı, 2021: 19). Bu noktada seçilen alternatifin yerine seçilebilecek en iyi alternatiften elde edilebilecek fayda olarak tanımlanan fırsat maliyeti ortaya çıkmaktadır. Karar verirken, her alternatifin fırsat maliyeti göz önünde bulundurulmalıdır. En yüksek faydayı sağlayacak ve fırsat maliyetini minimize edecek alternatif seçilmelidir.

Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) kapsamında karar alma süreci rekabet avantajı sağlamak için oldukça önemlidir. TZY, müşteriler ve diğer paydaşlar için değer katan ürün, hizmet ve bilgi sağlayan son kullanıcıdan orijinal tedarikçilere kadar temel iş süreçlerinin entegrasyonudur (Lambert vd., 1998: 1). TZY, bu entegrasyon içinde çeşitli karar verme süreçleri bulunmaktadır. Bu karar verme süreçlerinden en önemlilerinden biri tedarikçi seçimidir. Bu çok kriterli karmaşık süreçte en uygun tedarikçiyi belirlemek için fiyat, kalite, teslimat süresi, garanti politikası ve güvenilirlik gibi birçok kriter değerlendirilir ve optimal seçim yapılmaya çalışılır (Akbal, 2023: 38).

Tüketiciler, kaliteli ve uygun fiyatlı ürünlerin zamanında teslim edilmesini beklemektedir. Üretim sürecinin malzeme/hammadde teminiyle başlayıp, ürünün teslimiyle sona erdiği düşünüldüğünde, işletmelerin bu ana müşteri beklentilerini karşılamak için tedarikçi seçimine odaklanması gerektiği anlaşılmaktadır (Ak Oğuz ve Köksal, 2018: 72).

Bu çalışmada, İzmir’de faaliyet gösteren bir otomotiv firmasında E-Kanban tedarikçilerinin seçimi ele alınmış ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile en uygun tedarikçilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatür taraması ve firma yöneticileriyle yapılan değerlendirmeler sonucunda 13 kriter belirlenmiş ve AHP yöntemiyle tedarikçiler objektif bir şekilde sıralanmıştır.

Bu çalışmada aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır: E-Kanban sistemi kapsamında tedarikçi seçiminde hangi kriterler önemlidir? AHP yöntemi ile E-kanban tedarikçi seçimi nasıl objektif biçimde yapılabilir?

Çalışmanın literatüre katkısı, E-Kanban sistemi çerçevesinde tedarikçi seçimi konusunda çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanmasına ilişkin özgün bir örnek sunmasıdır. Uygulamada ise, firmalara tedarikçi seçiminde sistematik ve bilimsel bir yöntem kullanarak karar verme olanağı sağlamaktadır.

Son yıllarda E-Kanban sistemlerinin üretim süreçlerinde verimlilik ve stok yönetimi üzerinde olumlu etkileri olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur. Öte yandan, E-Kanban çerçevesinde tedarikçi seçimi ve bu seçimde kullanılacak kriterlerin belirlenmesine yönelik literatür sınırlıdır. Yapılan literatür incelemesinde, doğrudan E-Kanban tedarikçisi seçimine ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Geleneksel tedarikçi seçim çalışmalarında kalite, maliyet ve teslimat performansı gibi kriterler ön planda tutulurken, E-Kanban uygulamaları özelinde bu kriterlerin nasıl şekillenmesi gerektiği detaylı biçimde ele alınmamıştır. Bu çalışmada, söz konusu boşluk ele alınarak, E-Kanban sistemine özgü bir tedarikçi seçim modeli geliştirilmesi hedeflenmiştir.

2. Elektronik Kanban (E-Kanban)

Endüstri 4.0 ve bilgi teknolojileri kapsamında yaşanan gelişmelerle birlikte geleneksel üretim ve stok yönetimi yaklaşımları dijitalleşmekte ve bu dönüşüm sürecinde kanban sistemi de önemli değişimlere uğramaktadır. Manuel kanban kartlarının kaybolması, fiziksel aşınmaya uğraması veya yanlış yerleştirilmesi gibi insan kaynaklı hatalar, geleneksel kanban sistemlerinde operasyonel verimsizliklere yol açabilmektedir (Şeker, 2014: 24). Bu noktada, Elektronik Kanban (E-Kanban) olarak bilinen dijitalleştirilmiş sistemler, bilgi teknolojisi tabanlı otomatik süreçlerle manuel kanban sistemlerinin eksikliklerini gidermeyi amaçlamaktadır. E-Kanban, fiziksel kartların yerine dijital sinyaller kullanarak stok hareketlerini yönetmekte ve envanter kontrolünü optimize etmektedir (Jarupathirun vd., 2009: 55.1). E-Kanban’ın sağladığı başlıca avantajlardan biri, stok seviyelerinin gerçek zamanlı olarak güncellenmesi ve talebe dayalı tedarik sürecinin hızlandırılmasıdır. Geleneksel kanban sisteminde üretim hattındaki çalışanlar fiziksel kartları ilgili departmanlara iletmek zorunda kalırken, E-Kanban sistemlerinde bu süreç otomatikleştirilerek insan müdahalesi en aza

indirgenmektedir (Şeker, 2014: 24-25). Böylece, insan faktöründen kaynaklanan gecikmeler, kaybolan kartlar veya yanlış sipariş girişleri gibi hatalar büyük ölçüde azaltılmaktadır.

Romeira vd. (2021: 613) çalışmalarında, otomotiv sektöründe iç lojistik ve üretim için bir E-Kanban sistemi geliştirmiş ve uygulamışlardır. Mevcut sisteminin geliştirilmesinde, araştırmacıların kendi E-Kanban sistemlerini oluşturdukları ve önceki çalışmaların sınırlamaları ve iyileştirme fırsatlarını dikkate aldıkları görülmektedir. E-Kanban sisteminin uygulanmasından önce, EKS yazılımı kullanılarak bir simülasyon gerçekleştirilmiş ve E-Kanban sisteminin kalibrasyonu için gereken etiket sayısı, stok seviyeleri elde edilmiştir. Uygulanan sistem, çıktı olarak %19 stok miktarında, %22 envanter maliyetinde azalma olduğunu göstermiştir. Ek olarak sistem, fabrikanın ihtiyaçlarına cevap verdiği ve üretim ile envanterlerin gerçek zamanlı kontrolüne imkân sağladığını göstermiştir.

Elektronik kanban, geleneksel kanban kartlarının sınırlarını aşmak için Endüstri 4.0'ın etkinleştirici teknolojilerini kullanarak bu sorunları ele almaktadır. Menanno vd. (2019: 458) tedarik bilgilerini hatlar ve merkezi bir süpermarket arasında iletmek için kablosuz teknolojiler kullanılarak bir elektronik kanban sistemi (E-Kanban) uygulanmıştır.

Ricky ve Kadono (2020: 1) Endonezya'daki otomotiv üretiminde, tedarik zinciri entegrasyonunun bir parçası olarak tüm otomotiv tedarikçileri tarafından kullanılan web tabanlı bir uygulama olarak E-Kanban sistemini araştırmıştır.

Marikova (2008: 5) Çek Cumhuriyeti "Continental Automotive" şirketinde geleneksel kanbandan E-Kanban uygulanmasına geçişi vaka analizi olarak incelemiştir. İnceleme sonucu olarak esneklik ve şeffaflığın arttığı ifade edilmiştir.

Al-Hawari ve Aqlan (2012: 119) bir alüminyum fabrikasında iş sürecindeki yer alan envanteri ve bitmiş ürünleri takip etmek için bir E-Kanban envanter kontrol sistemi için bir yazılım uygulaması geliştirilmiştir. Sonuçlar, üretim süresinin ve WIP'nin sırasıyla ortalama %88 ve %50 oranında azaltıldığını göstermektedir.

Jarupathirun vd. (2009: 55.1) otomotiv endüstrisindeki bir parça tedarikçisi için operasyonel ve lojistik sorunlarını en aza indirmek amacıyla bir E-Kanban sisteminin kullanımına ilişkin bir vaka çalışması sunmaktadır. Sonuçlar, üretim sürelerinde, finansal maliyetlerde, etkili ve verimli iş süreçlerinde ve atıklarda azalmalarda iyileşmeler olduğunu göstermektedir.

3. Tedarikçi Seçimi

Bir kuruluşun başarısı, tedarikçilerle kurduğu sağlam ilişkilere bağlıdır. Bu nedenle, tedarikçi seçimi kritik öneme sahiptir ve TZY'nin temelini oluşturur. Doğru tedarikçilerle iş birliği yapmak, hammaddelerin, ürünlerin ve hizmetlerin sorunsuz bir şekilde akmasını sağlayarak, genel işleyişi optimize eder ve firmanın rekabet gücünü artırır. Tedarikçi seçimi detaylı bir değerlendirme süreci gerektirir. Bu süreçte, tedarikçilerin kapasitesi, güvenilirliği ve sunduğu imkanlar analiz edilir. Başarılı bir tedarikçi, üretim ve teslimat ihtiyaçlarını karşılayabilecek altyapı ve deneyime sahip olmalıdır. Ayrıca, kaliteli ürünler sunmalı, maliyetleri optimize

etmeli ve etik iş prensiplerine uymalıdır. Güvenilir bir tedarikçi ile iş birliği yapmak, tedarik zincirinde kesinti riskini azaltır, gecikmeleri önler ve müşteri memnuniyetini artırır. Yanlış tedarikçi seçimi ise aksaklıklara, stok problemlerine, mali kayıplara ve itibar zedelenmesine yol açabilir. Bu nedenle, tedarikçi seçiminde titiz davranmak ve tüm kriterleri göz önünde bulundurmak hayati önem taşır (Sahoo vd., 2024: 32).

Üretim işletmelerinde satın alma kalemleri, toplam yıllık giderlerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle, doğru tedarikçi seçimi ve tedarikçi ilişkilerinin etkin yönetimi, firmalar için kritik önem taşımaktadır. Kaliteli ve güvenilir tedarikçilerle iş birliği yapmak, kusursuz üretim ve istikrarlı ürün kalitesi sağlar. Aksi takdirde, tedarik zinciri en zayıf halkası kadar güçlüdür ve genel kalite bu zayıf halkaya göre belirlenir. Bu durum, üretimde gecikmelere, maliyet artışlarına ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açabilir. Tedarikçi yönetimi, işletmelerin tedarikçileri ile olan ilişkilerini stratejik bir şekilde yönetmelerini sağlayan bir süreçtir. Bu süreç, alternatif tedarikçi araştırma ve seçimi, tedarikçi geliştirme, performans yönetimi ve ilişki yönetimi gibi çeşitli adımları kapsar. Tedarikçi seçim sürecindeki aşamalar şu şekilde sıralanabilir (Güngör, 2021: 6):

- Problem tanımlanmalıdır: İşletmenin tedarikçilerden beklentileri ve ihtiyaçları net bir şekilde belirlenmelidir.
- Kriterler formüle edilmelidir: Tedarikçi seçiminde göz önünde bulundurulacak faktörler (kalite, fiyat, teslimat süresi, kapasite, üretim yetkinlikleri vb.) belirlenmeli ve her bir faktör için önem dereceleri saptanmalıdır.
- Aday tedarikçilerin ön seçimi yapılmalıdır: Belirlenen kriterlere göre potansiyel tedarikçiler önceden elenmelidir.
- Seçim yapılmalıdır: Kalan tedarikçiler detaylı bir şekilde değerlendirilmeli ve en uygun olan seçilmelidir.

Üretim işletmeleri için tedarikçi seçimi başarının temelini oluşturmaktır. Doğru tedarikçi seçimi ile işletmeler, ürün kalitesini ve zamanında teslimatı sağlayarak; müşteri memnuniyetini artırabilir, maliyetlerini düşürebilir ve rekabette öne geçebilir. Ancak hatalı tedarikçi seçimi işletmeyi birçok riske sürükleyebilir. Beklenen seviyede olmayan ürün kalitesi, geciken teslimatlar ve artan maliyetler, işletmenin uzun vadeli başarısını tehlikeye atabilir. Özellikle tam zamanında üretim mantığıyla çalışan işletmeler için tedarikçi seçimi hayati önem taşımaktadır. Çünkü bu işletmeler, üretim sürecinin her aşamasında tedarikçilerine doğrudan bağlıdır. Günümüzde işletmelerin tedarikçi bağlılığının artması, tedarikçi seçimini daha stratejik bir hale getirmektedir. Doğru tedarikçi seçimi ile işletmeler, birçok avantaj sağlayabilirken, hatalı tedarikçi seçimi ise birçok riske yol açabilir. Bu nedenle, işletmelerin tedarikçi seçim sürecini titizlikle planlamaları ve stratejik bir şekilde yürütmeleri gerekmektedir.

Tedarikçi yönetimi, üretim firmalarının kalite ve verimliliği artırması, maliyetleri optimize etmesi ve müşteri memnuniyetini sağlaması için kritik bir araçtır. Güngör (2021), doğru tedarikçi seçimi, tedarikçi geliştirme, performans yönetimi ve ilişki yönetimi gibi unsurları kapsayan kapsamlı bir tedarikçi yönetimi stratejisi, firmaların rekabette öne geçmesine ve sürdürülebilir bir başarı elde etmesine yardımcı olacağını belirtmiştir.

Sahoo vd. (2024) çalışmalarında, Endüstri 4.0'ın dinamik alanında, ÇKKV metodolojilerinin kritik rolünün ve dijital çağda tedarikçi seçimi süreçlerini şekillendiren sürekli değişen dinamiklerin altını çizmişlerdir.

4. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Yöneticilerin en önemli faaliyetlerden biri olan karar verme süreci, alternatifler arasından bir karar vermek için bir dizi faaliyet olarak tanımlanabilir. Seçilen alternatif, belirlenen hedefe göre en iyi sonucu sunar ve uygulanma imkanı vardır.

Tedarikçi seçimi, firmaların başarısı için kritik önem taşımaktadır. Doğru tedarikçiyi seçmek, firmaların maliyetlerini düşürmesine, karlılığını artırmasına ve müşteri memnuniyetini korumasına yardımcı olur. Bu aşamada, birden fazla kriteri göz önünde bulunduran ve en iyi çözümü bulmayı amaçlayan ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında, problemleri hiyerarşik bir yapıya oturtarak çözmeye yardımcı olan AHP öne çıkmaktadır. AHP, problemleri hiyerarşik bir yapıda ele alarak karar verme sürecini kolaylaştırır. Bu yöntemde, amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenir. AHP'nin temel mantığı, alternatifleri belirlemek ve kriterlerin önem ağırlıklarını hesaplamaktır. Bu yöntem hem objektif hem de sübjektif faktörleri değerlendirme sürecine dahil eder. AHP'nin diğer yöntemlerden farkları şunlardır:

- Problemi bileşenlere ayırır ve bu bileşenleri hiyerarşik biçimde düzenler.
- Nicel faktörlerin yanı sıra nitel faktörleri de sürece dahil eder.

AHP, planlama, iş ve pazarlama, tasarım, çevre, tarım, kalkınma, sağlık, bankacılık, üretim, inşaat gibi alanlarda karmaşık karar alma görevleri için yaygın olarak kullanılmaktadır (Singh, 2016: 4925).

AHP yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir:

1. Adım - Hiyerarşik Yapının Kurulması: Karar verme sürecini kolaylaştırmak için, en üst seviyeden başlayarak bir hiyerarşi oluşturulur. Bu hiyerarşide orta seviyede kriterler, en alt seviyede ise bu kriterlere göre değerlendirilecek seçenekler yer alır (Saaty, 2008: 85).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{21} & a_{31} & \cdots & a_{n1} \\ \frac{1}{a_{21}} & 1 & a_{32} & \cdots & a_{n2} \\ \frac{1}{a_{31}} & \frac{1}{a_{32}} & 1 & \cdots & a_{n3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \frac{1}{a_{n3}} & \cdots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (1)$$

2. Adım - İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Üstünlüklerin Belirlenmesi: Hedef ve değerlendirme ölçütleri belirlendikten sonra, bu ölçütlerin ve alt ölçütlerin önemini sıralayabilmek için 1 numaralı ifadede gösterilen (nxn) boyutunda bir karşılaştırma matrisi oluşturulur (Saaty, 1990: 12). KV, kriterleri veya alternatifleri ikiye ikiye karşılaştırarak değerlendirir ve bu değerlendirmeleri bir matriste toplar.

Her kriterin amaca olan katkısının göreceli ağırlığı ve her hedefin bu kriterlere göre üstünlüğü, uygulayıcıların değerlendirmelerine göre ikili karşılaştırma yöntemi ile belirlenir. Bu değerlendirmede, üstünlükleri belirlemek için Saaty tarafından geliştirilen ve Tablo 1’de sunulan önem ölçeğini kullanmak gerekir (Saaty, 1990: 15).

Tablo 1: AHP Önem Ölçeği

Değerler	Değerlerin Tanımları
1	Kriterler eşit önem düzeyindedir.
3	1. kriter 2.’ye göre biraz daha önemlidir.
5	1. kriter 2.’ye göre fazla önemlidir.
7	1. kriter 2.’ye göre çok fazla önemlidir.
9	1. kriter 2.’ye göre aşırı derecede önemlidir.
2, 4, 6, 8	Ara puanlar

3. Adım - Öz vektörün (Görelî Önem Vektörünün) Bulunması: İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra, bir sonraki adım matristeki her öğenin diğer öğelere göre önemini gösteren öz vektörünü hesaplamaktır (Supçiller ve Çapraz, 2011: 8). Matrisin öz vektörü şu şekilde hesaplanmaktadır:

$i=1,2,3,\dots,n$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad w_i = \frac{\sum_{i=1}^n b_{ij}}{n} \quad (2)$$

Kriterlerin önem ağırlıklarını belirlemek için, $W = [w_i]_{n \times 1}$ şeklinde bir sütun vektörü hesaplamak gerekir. Bu vektör, 2 numaralı tabloda yer alan b_{ij} değerlerinin oluşturduğu matrisin satır ortalamalarından elde edilir.

4. Adım - Öz vektörün Tutarlılığının Elde Edilmesi: Her ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı (CR) hesaplanır. Bu oranın 0,10’ dan küçük olması istenir. Oran 0,10’ dan büyükse, karar vericinin değerlendirmelerinde tutarsızlık olduğu anlamına gelir. Bu durumda, değerlendirmelerin düzeltilmesi gerekir. İlk olarak CR değerini bulabilmek adına A matrisinin en büyük öz vektörü (λ_{max}) bulunur (4).

$i=1, 2, 3,\dots,n$ ve $j=1, 2, 3,\dots,n$ olmak üzere,

$$D = [a_{ij}]_{n \times n} \times [w_i]_{n \times 1} = [d_i]_{n \times 1} \quad (3)$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i / w_i}{n} \quad (4)$$

Tutarlılık oranını (CR) hesaplamak için rassallık endeksi (RI) de kullanılır. RI, Tablo 2’de gösterilen ve n değerine bağlı olan sabit sayılardan oluşur. CR değeri, 5 numaralı eşitlikte gösterildiği gibi RI kullanılarak hesaplanır.

$$CR = \frac{\lambda - n}{(n-1) \cdot RI} \quad (5)$$

Tablo 2: Rassallık Endeksi Değerleri

N	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,58

Kaynak: (Saaty, 1987: 171)

5. Adım - Hiyerarşik Yapının Genel Sonucunun Hesaplanması: Bu dört aşama, hiyerarşinin tamamı için sırayla uygulanır. Her aşamada, hiyerarşik yapıdaki n kriterin her biri için $m \times 1$ boyutunda bir üstünlük sütun vektörü hesaplanır. Bu sütun vektörleri bir araya getirilerek $m \times n$ boyutunda bir DW karar matrisi elde edilir (6). Oluşturulan bu matris, karşılaştırma kriterlerine göre W üstünlük vektörü ile çarpılarak, R sonuç vektörü elde edilir (7).

$i=1, 2, 3, \dots, m$ ve $j=1, 2, 3, \dots, n$ olmak üzere,

$$DW = [w_{ij}]_{m \times n} \quad (6)$$

$$R = DW \times W \quad (7)$$

5. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Otomotiv Sektöründe Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi seçimi, tedarik zinciri yönetiminin en kritik karar alma süreçlerinden biridir. İşletmeler, tedarikçilerini seçerken maliyet, kalite, teslimat süreleri, ürün güvenilirliği gibi birçok faktörü dikkate almak zorundadır. Bu nedenle, ÇKKV yöntemleri tedarikçi seçim süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bölümde, otomotiv sektöründe tedarikçi seçiminde kullanılan farklı çok kriterli karar verme yöntemleri ele alınmıştır.

Aşağıdaki tablo, otomotiv sektöründe tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmaları özetlemektedir.

Tablo 3: Otomotiv Sektöründe Tedarikçi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Kullanan Çalışmalar

Çalışma	Yöntem	Açıklama
Özen ve Borat (2020)	AHP, BAHP, BTOPSIS	Covid-19 salgınının otomotiv endüstrisinde tedarikçi seçimine etkisine odaklanmıştır. İstanbul'da faaliyet gösteren bir otomotiv yan sanayi firması 3 farklı uzmanın katılımıyla 4 aday tedarikçi arasından en uygununu seçme üzerine çalışmıştır. Duyarlılık analizi yapılarak tedarikçiler farklı senaryolar altında incelenmiş ve yorumlanmıştır.
Güngör (2021)	AHP	Otomotiv cam sanayisinde faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi değerlendirme ölçütlerine değinmiştir. Firmanın tedarikçi seçiminde kullandığı kriterler literatürle uyumlu hale getirilmiş ve ana ile alt kriterler belirlenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucu ile firmanın mevcut tedarikçi değerlendirme ve seçim ölçütlerinden elde edilen veriler karşılaştırılarak, karar verme süreci detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.
Karabıçak vd. (2020)	BAHP	Otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi seçim sürecini incelemişlerdir. 3 aday kalıp firması arasından seçim yapılmıştır. Kalıpların üretimi, modifikasyonu ve transferi için 4 ana ölçüt (kalite, fiyat/maliyet, teslimat ve esneklik) ve 14 alt ölçüt kullanılarak en uygun kalıp tedarikçisi seçilmiştir.

Gültepe ve Yılmaz (2022)	AHP	Toplamda 12 ana unsur ve 50 alt unsur tespit edilmiştir. Super Decisions programı üzerinde AHP metodu kullanılarak, unsurların değerlendirmeleri yapılmış ve önem sıralamaları belirlenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda, sistemi en çok etkileyen ana unsurun hız olduğu ortaya çıkmıştır.
Dede (2023)	SWARA, BAHF	Bir otomotiv yan sanayi işletmesinde tedarikçi seçimi problemi çözülmüştür. BAHF yöntemi kullanılarak uzman karar vericilerin görüşlerini içeren SWARA yöntemi bütünleştirilmiş ve kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra, BAHF yöntemiyle tedarikçi puanları hesaplanmış ve sıralama yapılmıştır.
Erbıyık vd. (2021)	SWARA, ELECTRE	Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren 3 farklı tedarikçinin performans değerlendirmesi yapılmıştır. Her bir tedarikçi, 5 ayrı ana kriter açısından değerlendirilmiş ve incelenmiştir. Bu kriterler, kalite yeterlilikleri, mühendislik yetkinlikleri, çevreci lojistik yönetimi, maliyet performansları ve yönetim stratejileridir. Uzmanların görüşlerine dayanarak, kriterlere SWARA kriter ağırlık analizi uygulanmıştır.
Dweiri vd. (2016)	AHP	Pakistan'daki otomotiv endüstrisi için tedarikçileri sıralamak için bir model önerdi. Ana kriterlerin sıralamasının sonuçları fiyat (%47), kalite (%28), teslimat (%16) ve hizmet (%10) olarak ortaya çıkmıştır. Bu süreçte üç tedarikçi seçilmiş ve sıralanmıştır. Son olarak, ana kriterlerin ağırlıklarının değiştirilmesinin tedarikçilerin sıralanması üzerindeki etkisini incelemek için duyarlılık analizi yapılmıştır.
Jayant (2018)	AHP	Tedarikçi seçimi için AHP yaklaşımını kullanan sistematik bir yaklaşım uygulanmıştır. Kalite, maliyet, esneklik ve güvenilirlik kriterleri kullanılarak 3 tedarikçi arasında seçim yapılmıştır.
Jain vd. (2018)	AHP, TOPSIS	Hindistan'daki önde gelen bir otomobil şirketinde far tedarikçisi seçimi için bir vaka çalışması göstermiştir. Sekiz kriter, tedarikçi seçimi problemi bağlamında incelenmiştir. Çalışma kapsamında hibrit bir AHP-TOPSIS metodolojisi kullanılmıştır.

Otomotiv sektöründe tedarikçi seçimi, çok sayıda kriterin dikkate alınması gereken karmaşık bir karar problemidir. AHP, TOPSIS, VIKOR ve SWARA gibi çok kriterli karar verme yöntemleri, tedarikçi seçim sürecinde sistematik ve objektif kararlar almayı sağlamaktadır. AHP genellikle hiyerarşik yapının net olduğu durumlarda tercih edilirken, TOPSIS en iyi ve en kötü seçenekleri değerlendirme için, VIKOR performans farklarını detaylı incelemek için daha etkili olabilmektedir.

6. Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanılarak Bir Otomotiv Sanayi Firmasında E-Kanban Tedarikçilerinin Seçimi

Bu çalışma, İzmir ilinde faaliyet gösteren Türkiye'nin en büyük ticari ve askeri araç üreticilerinden birinde gerçekleştirilmiştir.

Firmanın dışardan tedarik ettiği ürün alımının stok kalem sayısı bazında %19'unu, mali stok değeri olarak da %8'ini E-Kanban ürün grubu oluşturmaktadır. Tedarik sürecinde meydana gelen gecikmeler, yüksek maliyet ve kalite problemleri gibi konularda yaşanan problemlerden dolayı bu aşamada tedarikçi seçim probleminin çözülmesi amaçlanmıştır. ÇKKV yöntemlerinden AHP yöntemi kullanılarak; mevcuttaki 10 adet E-Kanban tedarikçisinden, en uygun 4 tedarikçi seçimi hedeflenmiştir.

Seçim kriterleri belirlenirken literatürdeki tedarikçi seçim kriterlerinden faydalanılmıştır. Toplamda 13 kriter belirlenmiştir. Bu kriterlerin ağırlıklandırılması ise firmanın satınalma müdürü ve malzeme tedarik müdürü ile ayrı ayrı yapılmıştır. Her iki değerlendirme sonucu ise geometrik ortalama alınarak tek tabloya dönüştürülmüştür. Tedarikçi seçiminde belirlenen 13 kriter, aşağıdaki Tablo 4'teki gibi kısaltmaları ile belirtilmiştir.

Tablo 4: Tedarikçi Seçimi Kriterleri ve Kısaltmaları

Kriter Tanımı	Kriterin Kısaltması
Tedarikçinin Ürün Kalitesi	K-1
Tedarikçinin Hatasız Ürün Miktarı	K-2
Tedarikçinin Ürün-Fiyat Uygunluğu	K-3
Satın alma Fiyat İskontosu	K-4
Tedarikçi Ödeme Vadesi	K-5
Tedarikçinin Zamanında Teslimatı	K-6
Tedarikçinin Ambalaj Seçenekleri	K-7
Ürünün Sevkiyat Şekli Seçeneği	K-8
Tedarikçinin Kalite Politikaları	K-9
Tedarikçinin Sorunlara Yaklaşımı	K-10
Tedarikçi ile İletişim Kolaylığı	K-11
Tedarikçinin Bulunduğu Lokasyon	K-12
Tedarikçiden Tedarik Süresi	K-13

Tedarikçinin Ürün Kalitesi (K-1): Tedarikçinin sunduğu ürünlerin tutarlı bir şekilde belirlenen standartları karşılama yeteneğini ifade eder. Bu standartlar, ürünün işlevselliği, dayanıklılığı, güvenliği, estetiği ve diğer önemli özelliklerinden oluşabilir. Standartlarda meydana gelen dalgalanmalar, üretici firmanın, tedarikçi firmadan gelen ürünlerin %100 kontrol etmesine neden olur. Bu da sonuç olarak işçilik maliyetlerinde artışlara sebebiyet verir. Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bu firma, tedarikçilerinin kalite puanını, yan yazılım olarak kullanılan tedarikçi ilişkileri yönetim sistemi (VSRM) üzerinden takip etmektedir. Çalışmada verilen puanlamalar da bu sistem üzerinden çekilip; yazılmıştır.

Tablo 5: Tedarikçi Ürün Kalite Puanlaması

Tedarikçi	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
Ürün Kalitesi Puanlaması	82	67	100	100	100	100	53	100	60	97

Tedarikçinin Hatasız Ürün Miktarı (K-2): Tedarikçinin hatasız ürün miktarı, tedarik edilen her 100 parçadan veya üründen kaçının kusursuz olduğunu gösteren bir ölçüdür. Bu ölçüt, sıfır hata hedefine ulaşmaya yönelik bir tedarikçinin performansını değerlendirmek için kullanılır. Hatasız ürün miktarı adetinin düşmesi, üretim hatalarına ve atıklara yol açarak hem tedarikçiyi hem de otomotiv üreticisini olumsuz etkilemektedir. Bu durum, üretim maliyetlerinin artmasına, gecikmelere ve müşteri memnuniyetsizliğine yol açmaktadır. Çalışmamızda bu kriter puanı, firmada kullanılan ERP sistemi üzerinden geçmiş bir yıl içinde her bir tedarikçiden gerçekleşen malzeme alım adeti, bu dönem içerisinde red-iade edilen ürün adeti verileri çekilmiş ve bu veriler aşağıdaki gibi formüle edilerek; hatasız ürün puanı verisine ulaşılmıştır.

Hatasız Ürün Puanı = % (1- (Malzeme Red-İade Adeti/Malzeme Giriş Adeti))

Tablo 6: Tedarikçinin Hatasız Ürün Miktarı Puanlaması

Tedarikçi Adı	Malzeme Giriş Adeti	Malzeme Red-İade Adeti	Hatasız Ürün Puanlaması
T-1	96.268	400	99
T-2	63.492	61.500	3
T-3	531.150	0	100
T-4	55.625	0	100
T-5	134.788	0	100
T-6	3.513.946	0	100
T-7	8.290.133	59.547	99
T-8	291.925	2.649	99
T-9	2.147.978	80.025	96
T-10	462.235	250	99

Tedarikçinin Ürün-Fiyat Uygunluğu (K-3): Otomotiv sektöründe, tedarikçinin ürün-fiyat uygunluğu, bir tedarikçinin sunduğu ürünlerin kalite ve fiyatının birbirine olan oranını ifade eder. Bu ölçüt, tedarikçinin sunduğu değeri değerlendirmek için kullanılır. Çalışmamızda bu kriter puanı, firma satınalma müdürü tarafından tedarikçilere 100 puan üzerinden verilen skorlar ile değerlendirilmiştir.

Tablo 7: Tedarikçinin Ürün-Fiyat Uygunluğu Puanlaması

Tedarikçi	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
Ürün-Fiyat Uygunluğu Puanlaması	90	70	80	60	85	95	80	75	90	70

Satın alma Fiyat İskontosu (K-4): Otomotiv sektöründe tedarikçinin satın alma fiyat iskontosu, bir tedarikçinin sunduğu ürünlerin fiyatında belirli bir süre veya koşul altında yapılan indirim oranını ifade eder. Bu iskontolar, hacim bazlı indirimler, erken ödeme indirimleri veya özel promosyonlar gibi çeşitli şekillerde olabilir. Çalışmamızda bu kriter puanı, firma satınalma müdürü tarafından tedarikçilere 100 puan üzerinden verilen skorlar ile değerlendirilmiştir.

Tablo 8: Satınalma Fiyat İskontosu Puanlaması

Tedarikçi	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
Fiyat İskontosu Puanlaması	60	55	90	50	50	85	95	80	65	65

Tedarikçi Ödeme Vadesi (K-5): Tedarikçi ödeme vadesi, bir tedarikçinin sunduğu ürünler için ödeme yapılması gereken süreyi ifade eder. Bu süre, fatura tarihinden itibaren gün, hafta veya ay cinsinden belirlenir. Çalışmamızda bu kriter puanı, firmada kullanılan ERP sistemi üzerinden tedarikçilere ait ödeme vadesi kayıdı çekilerek; yazılmıştır. Ödeme vadelerinin puanlaması; peşin için 10 puan, 30 gün vade için 33 puan, 60 gün vade için 67 puan, 90 gün vade için 100 puan verilerek ilenlenmiştir.

Tablo 9: Tedarikçi Ödeme Vadesi Puanlaması

Tedarikçi Adı	Peşin	30 Gün Vade	60 Gün Vade	90 Gün Vade	Ödeme Vadesi Puanı
T-1				X	100
T-2		X			33
T-3			X		67
T-4	X				10
T-5				X	100
T-6				X	100
T-7			X		67
T-8			X		67
T-9			X		67
T-10				X	100

Tedarikçinin Zamanında Teslimatı (K-6): Tedarikçinin zamanında teslimatı, tedarikçinin ürünleri termin verilen tarihte veya haftada, istenilen miktarda teslim etme yeteneğini ifade eder. Bu, üretim hatlarının kesintisiz çalışmasını ve araçların zamanında tamamlanmasını, ayrıca stok fazlalığı oluşmamasını sağlamak için kritik önem taşır. Çalışmamızda bu kriter puanı, firmada kullanılan ERP sistemine paralel olarak tutulan “Sipariş Tarihi İleride”, “Siparişi Yok” ve “Sipariş Fazlası” hata kodlarına göre verilmiştir. Belirtilen hata kodlarına sahip irsaliye adetinin toplamı ile toplam irsaliye adetinin oranı ile sonuç puanlama elde edilmiştir. Puanlamaya ait formülasyon ise aşağıdaki gibidir:

Zamanında Teslimat Puanı = % (1- (Hatalı Toplam İrsaliye Sayısı/Toplam Gelen İrsaliye Sayısı))

Tablo 10: Tedarikçinin Zamanında Teslimat Puanlaması

Tedarikçi Adı	Sipariş Fazlası İrsaliye Sayısı	Sipariş Tarihi İleride İrsaliye Sayısı	Siparişi Yok İrsaliye Sayısı	Hatalı Toplam İrsaliye Sayısı	Toplam Gelen İrsaliye Sayısı	Zamanında Teslimat Puanı
T-1	0	3	0	3	35	91
T-2	0	1	0	1	23	96
T-3	0	1	1	2	24	92
T-4	0	0	0	0	15	100
T-5	0	0	0	0	34	100
T-6	0	0	1	1	14	93
T-7	2	6	7	15	133	89
T-8	0	0	0	0	24	100
T-9	0	4	14	18	50	64
T-10	0	2	1	3	39	92

Tedarikçinin Ambalaj Seçenekleri (K-7): Tedarikçinin sunduğu ambalaj seçenekleri, ürünlerin güvenli ve hasarsız bir şekilde taşınması ve depolanması için önemlidir. Doğru ambalaj seçimi, ürün hasarlarını, üretim gecikmelerini ve maliyet artışlarını önleyebilmektedir. Ayrıca tedarikçinin sunduğu ambalaj seçeneklerinin farklı olması hem ambalajlama kabiliyetinin durumunu göstermekte hem de ambalaj içi adetlerinin opsiyonlu olması anlamına gelebilmektedir. Çalışmamızda bu kriter puanı, tedarikçilere ait ürünlerin firma deposunda kaç farklı çeşitte olduğu tespit edilerek yazılmıştır.

Tablo 11: Tedarikçinin Ambalaj Seçenekleri Puanlaması

Tedarikçi	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
Ambalaj Seçenekleri Puanlaması	80	75	100	75	70	65	100	100	75	75

Ürünün Sevkiyat Şekli Seçeneği (K-8): Tedarikçinin sunduğu ürün sevkiyat şekli seçenekleri, ürünlerin hızlı, güvenli ve maliyet etkin bir şekilde teslim edilmesini sağlar. Doğru sevkiyat şekli seçimi, üretim hatlarının kesintisiz çalışmasını ve zamanında teslimatları sağlayarak işletmenizin başarısı için kritik önem taşır. Bunlarla beraber farklı ihtiyaçlara ve koşullara uyum sağlayabilmek için tedarikçinin çeşitli sevkiyat seçenekleri sunabilmesi avantaj sağlayabilir. Çalışmamızda bu kriter puanı, tedarikçilerin sevkiyatlarını hangi araç çeşitleriyle yaptıkları tespit edilerek yazılmıştır.

Tablo 12: Ürünün Sevkiyat Şekli Seçeneği Puanlaması

Tedarikçi	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
Sevkiyat Şekli Seçeneği Puanlaması	100	75	75	100	75	100	100	75	75	100

Tedarikçinin Kalite Politikaları (K-9): Tedarikçinin kalite politikaları, ürünlerin en yüksek standartlarda tasarlanmasını, üretilmesini ve test edilmesini sağlamak için oluşturulmuş bir dizi prensip ve prosedürdür. Birçok kalite politikaları ve sertifikalarına sahip bir tedarikçi için; standartların çok büyük öneme sahip olduğu söylenebilir. Çalışmamızda bu kriter puanı, VSRM sistemi üzerinden tedarikçilerin hangi ve kaç adet kalite sertifikalarına sahip olduğu bilgisi çekilerek yazılmıştır.

Tablo 13: Tedarikçinin Kalite Politikaları Puanlaması

Tedarikçi	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
Kalite Politikaları Puanlaması	100	100	100	100	75	75	75	75	100	75

Tedarikçinin Sorunlara Yaklaşımı (K10): Tedarikçinin sorunlara yaklaşımı, ürünlerle veya hizmetlerle ilgili sorunlar ortaya çıktığında nasıl tepki verdiğini ve bunları nasıl çözdüğünü gösterir. Proaktif ve çözüm odaklı bir sorun çözme yaklaşımına sahip bir tedarikçi; hızlı ve etkili yanıtlar verir, müşteri iletişiminde avantaj sağlar, kök neden analizi yapılmasında destek olur, sürekli iyileştirme faaliyetlerinde bulunur ve güçlü bir iş birliği oluşmasına katkıda bulunur. Çalışmamızda bu kriter puanı, giriş kalite takım lideri tarafından tedarikçilere 100 puan üzerinden verilen skorlar ile değerlendirilmiştir.

Tablo 14: Tedarikçinin Sorunlara Yaklaşım Puanlaması

Tedarikçi	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
Sorunlara Yaklaşım Puanlaması	70	80	80	70	60	90	100	70	50	60

Tedarikçi ile İletişim Kolaylığı (K-11): Tedarikçi ile iletişim kolaylığı, tedarikçi ile açık, şeffaf ve zamanında bilgi alışverişi yapabilme yeteneğini ifade eder. Etkili iletişim, karmaşık projeleri yönetmeyi, sorunları hızlı bir şekilde çözmeyi ve güçlü ilişkiler kurmayı kolaylaştırır. Çalışmamızda bu kriter puanı, giriş kalite takım lideri tarafından tedarikçilere 100 üzerinden verilen skorlar ile değerlendirilmiştir.

Tablo 15: Tedarikçi ile İletişim Kolaylığı Puanlaması

Tedarikçi	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10
İletişim Kolaylığı Puanlaması	80	80	80	60	70	100	90	70	50	60

Tedarikçinin Bulunduğu Lokasyon (K-12): Tedarikçinin bulunduğu lokasyon, ürünlerin teslimat süresini, maliyetini ve riskini etkileyebilir. Tedarikçi, bulunduğu lokasyona göre; hızlı teslimat, yerel tedarik zinciri desteği, gümrük ve vergi avantajları gibi konularda pozitif etkide bulunabilir. Çalışmamızda bu kriter puanı, tedarikçilerin bulunduğu lokasyon ile firmanın bulunduğu lokasyon arası mesafeler ölçülmüş; bu ölçüm sonuçları mesafe aralığı ölçütüne göre 100'lük puanlama sistemine çevrilmiştir. Mesafe aralıkları puanlaması yapılırken saatlik 90 km yol alınabileceği kuralı koyulmuştur. Bu kural çerçevesinde de aşağıdaki işlemlere devam edilmiştir.

Tablo 16: Mesafe Ölçülerinin Aralıkları ve Puanlaması

Mesafe Aralığı (km)	Puan
0-90	100
91-270	90
271-540	75
541-1080	50
1081-∞	25

Tablo 17: Tedarikçilerin Bulunduğu Lokasyon-Uzaklık Puanlaması

Tedarikçi Adı	Tedarikçinin Bulunduğu İlçe / İl	Mesafe (km)	Puan
T-1	Hadımköy / İstanbul	538	75
T-2	Ümraniye / İstanbul	466	75
T-3	Tuzla / İstanbul	437	75
T-4	Kadıköy / İstanbul	465	75
T-5	Kartal / İstanbul	450	75
T-6	Bayrampaşa / İstanbul	484	75
T-7	Kartal / İstanbul	450	75
T-8	Turgutlu / Manisa	57	100
T-9	Beylikdüzü / İstanbul	523	75
T-10	Ümraniye / İstanbul	466	75

Tedarikçiden Tedarik Süresi (K-13): Tedarik süresi, bir siparişin verilmesinden ürünlerin tedarikçide hazır edilmesine kadar geçen süreyi ifade eder. Kısa tedarik süresi, üretim hatlarının kesintiye uğrama riskini azaltır, yeni ürünlerin daha hızlı piyasaya sürülmesini sağlar ve stok maliyetlerini düşürür. Çalışmamızda bu kriter puanı, firmada kullanılan ERP sistemi üzerinden tedarikçilere ait termin süresi kayıdı çekilerek; yazılmıştır. Tüm tedarikçilere ait termin gün sayısı saptanmış, en kısa termin süresi olan tedarikçiye tedarik süresi puanı 100 olarak belirlenmiş ve aşağıdaki gibidir:

Tedarik Süresi Puanı = $100 - ((\text{Tedarikçi Tedarik Süresi} - \text{Tedarikçiler Arasında Min. Tedarik Süresi}) * (\text{Tedarikçiler Arasında Min. Tedarik Süresi} / 100))$

Tablo 18: Tedarikçiden Tedarik Süresi Puanlaması

Tedarikçi	Tedarik Süresi (Gün)	Tedarik Süresi Puanlaması
T-1	46	96
T-2	34	100
T-3	40	98
T-4	153	60
T-5	100	78
T-6	49	95
T-7	76	86
T-8	64	90
T-9	140	64
T-10	85	83

Bu kriterlerin satınalma müdürü tarafından yapılan ağırlıklandırmaları Tablo 19’da, malzeme tedarik müdürü tarafından yapılan ağırlıklandırma Tablo 20’de ve her iki yöneticinin ağırlıklandırmasının geometrik ortalama alınarak oluşturulduğu son tablo ise Tablo 21’de gösterilmiştir. Bütün bu işlemlerde ağırlıklandırma ölçeği olarak Tablo 1 kullanılmıştır.

Tablo 19: Satınalma Müdürü Kriter Ağırlıklandırması

Karar Değişkenleri	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
K-1	1	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	5	3	1	1/3	1/3	3	1/3
K-2	3	1	1/3	1/3	1/3	1	5	5	3	3	3	3	1
K-3	5	3	1	1/5	2	1	7	3	5	3	3	8	3
K-4	5	3	5	1	5	5	7	7	5	5	5	5	3
K-5	5	3	1/2	1/5	1	3	7	7	5	3	3	5	2
K-6	5	1	1	1/5	1/3	1	6	5	3	3	2	1	1
K-7	1/5	1/5	1/7	1/7	1/7	1/6	1	1/3	1/6	1/4	1/5	1/5	1/7
K-8	1/3	1/5	1/3	1/7	1/7	1/5	3	1	1/3	1/6	1/4	1/3	1/7
K-9	1	3	1/5	1/5	1/5	1/3	6	3	1	1/5	1/3	1/4	1/5
K-10	3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/3	4	6	5	1	1/3	1/3	1/5
K-11	3	1/3	1/3	1/5	1/3	1/2	5	4	3	3	1	1	1/5
K-12	1/3	1/3	1/8	1/5	1/5	1	5	3	4	3	1	1	1/5
K-13	3	1	1/3	1/3	1/2	1	7	7	5	5	5	5	1

Tablo 20: Malzeme Tedarik Müdürü Kriter Ağırlıklandırması

Karar Değişkenleri	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
K-1	1	1/5	3	5	7	1/3	3	7	7	3	5	9	3
K-2	5	1	5	7	7	3	3	9	3	5	3	5	1/3
K-3	1/3	1/5	1	1/5	1	1	3	3	5	5	3	1	1/9
K-4	1/5	1/7	5	1	1	1/5	3	3	5	5	3	3	1/5
K-5	1/7	1/7	1	1	1	1	5	3	3	5	3	3	1/5
K-6	3	1/3	1	5	1	1	7	5	1	1	1	1	1
K-7	1/3	1/3	1/3	1/3	1/5	1/7	1	1	3	3	3	5	1/5
K-8	1/7	1/9	1/3	1/3	1/3	1/5	1	1	3	3	3	5	1/7
K-9	1/7	1/3	1/5	1/5	1/3	1	1/3	1/3	1	1	1/3	1/5	1/9
K-10	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1/3	1/3	1	1	1	1/5	1/9
K-11	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1/3	3	1	1	5	3
K-12	1/9	1/5	1	1/3	1/3	1	1/5	1/5	5	5	1/5	1	1/5
K-13	1/3	3	9	5	5	1	5	7	9	5	1/3	5	1

Tablo 21: Kriter Ağırlıklandırması Geometrik Ortalama

Karar Değişkenleri	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13
K-1	1,00	0,26	0,77	1,00	1,18	0,26	3,87	4,58	2,65	1,00	1,29	5,20	1,00
K-2	3,87	1,00	1,29	1,53	1,53	1,73	3,87	6,71	3,00	3,87	3,00	3,87	0,58
K-3	1,29	0,77	1,00	0,20	1,41	1,00	4,58	3,00	5,00	3,87	3,00	2,83	0,58
K-4	1,00	0,65	5,00	1,00	2,24	1,00	4,58	4,58	5,00	5,00	3,87	3,87	0,77
K-5	0,85	0,65	0,71	0,45	1,00	1,73	5,92	4,58	3,87	3,87	3,00	3,87	0,63
K-6	3,87	0,58	1,00	1,00	0,58	1,00	6,48	5,00	1,73	1,73	1,41	1,00	1,00
K-7	0,26	0,26	0,22	0,22	0,17	0,15	1,00	0,58	0,71	0,87	0,77	1,00	0,17
K-8	0,22	0,15	0,33	0,22	0,22	0,20	1,73	1,00	1,00	0,71	0,87	1,29	0,14
K-9	0,38	0,33	0,20	0,20	0,26	0,58	1,41	1,00	1,00	0,45	0,33	0,22	0,15
K-10	1,00	0,26	0,26	0,20	0,26	0,58	1,15	1,41	2,24	1,00	0,58	0,26	0,15
K-11	0,77	0,33	0,33	0,26	0,33	0,71	1,29	1,15	3,00	1,73	1,00	2,24	0,77
K-12	0,19	0,26	0,35	0,26	0,26	1,00	1,00	0,77	4,47	3,87	0,45	1,00	0,20
K-13	1,00	1,73	1,73	1,29	1,58	1,00	5,92	7,00	6,71	5,00	1,29	5,00	1,00
TOPLAM	15,70	7,24	13,20	7,82	11,01	10,94	42,82	41,38	40,37	32,98	20,87	31,65	7,15

Tablo 22’de gösterildiği gibi, her kriter için normalize edilmiş ağırlıklar hesaplanmış ve öz vektör değerleri elde edilmiştir. Bu değerler, kriterlerin göreceli önemini göstermektedir. En yüksek öz vektör değerlerine sahip kriterler, tedarikçi seçiminde en kritik faktörleri ifade etmektedir.

Öz vektör değerlerine bakıldığında, satın alma fiyat iskontosu (K-4), tedarik süresi (K-13) ve hatasız ürün miktarı (K-2) en yüksek ağırlıklara sahip olup, karar sürecinde en belirleyici faktörler olarak öne çıkmaktadır. Bu, otomotiv sektöründe maliyet ve kalite unsurlarının öncelikli olduğunu göstermektedir.

Tablo 22: Normalize Edilmiş Kriterler ve Kriterlerin Öz Vektör Değerleri

	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13	Öz Vektör Değerleri
K-1	0,06	0,04	0,06	0,13	0,11	0,02	0,09	0,11	0,07	0,03	0,06	0,16	0,14	0,08
K-2	0,25	0,14	0,10	0,20	0,14	0,16	0,09	0,16	0,07	0,12	0,14	0,12	0,08	0,14
K-3	0,08	0,11	0,08	0,03	0,13	0,09	0,11	0,07	0,12	0,12	0,14	0,09	0,08	0,10
K-4	0,06	0,09	0,38	0,13	0,20	0,09	0,11	0,11	0,12	0,15	0,19	0,12	0,11	0,14
K-5	0,05	0,09	0,05	0,06	0,09	0,16	0,14	0,11	0,10	0,12	0,14	0,12	0,09	0,10
K-6	0,25	0,08	0,08	0,13	0,05	0,09	0,15	0,12	0,04	0,05	0,07	0,03	0,14	0,10
K-7	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02
K-8	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,03
K-9	0,02	0,05	0,02	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03
K-10	0,06	0,04	0,02	0,03	0,02	0,05	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03
K-11	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,06	0,03	0,03	0,07	0,05	0,05	0,07	0,11	0,05
K-12	0,01	0,04	0,03	0,03	0,02	0,09	0,02	0,02	0,11	0,12	0,02	0,03	0,03	0,04
K-13	0,06	0,24	0,13	0,17	0,14	0,09	0,14	0,17	0,17	0,15	0,06	0,16	0,14	0,14

Öz vektör değerleri hesaplandıktan sonra Tablo 23'te kriterlerin öz değerleri de hesaplanmıştır.

Tablo 23: Kriterlerin Öz Vektör ve Öz Değerleri

Karar Değişkenleri	Öz Vektör Değerleri	Öz Değerler
K-1	0,08	1,23
K-2	0,14	2,00
K-3	0,10	1,42
K-4	0,14	2,16
K-5	0,10	1,48
K-6	0,10	1,41
K-7	0,02	0,33
K-8	0,03	0,38
K-9	0,03	0,36
K-10	0,03	0,47
K-11	0,05	0,73
K-12	0,04	0,62
K-13	0,14	2,02

Tüm bu elde ettiğimiz sonuçlardan sonra tutarlılık oranı da Tablo 24'teki gibi hesaplanmıştır. RI değeri Tablo 2'de gösterilen 13 kritere denk gelen 1,56'dır. $\lambda_{\max}$ ise eşitlik (6) daki formül kullanılarak bulunmuştur. AHP yöntemiyle yapılan ikili karşılaştırmalarda, karar tutarlılığını sağlamak önemlidir. Saaty (1990) tarafından önerilen yaklaşıma göre, tutarlılık oranı (CR) 0,10'un altında olmalıdır. Tablo 24'te görüldüğü gibi, CR değeri 0,082 olarak hesaplanmıştır. Bu, kriterler arasında güçlü bir tutarlılık olduğunu ve karar sürecinin güvenilir olduğunu göstermektedir. Eğer CR değeri 0,10'un üzerinde olsaydı, matrisin yeniden gözden geçirilmesi ve değerlendirmelerin düzeltilmesi gerekebilirdi.

Tablo 24: Tutarlılık Oranı Hesabı

$\lambda_{\max}$	14,53
CI (Tutarlılık Endeksi)= $(\lambda_{\max}-n)/(n-1)$	0,13
RI (Rassal Endeks)	1,56
CR (Tutarlılık Oranı)= CI / RI	0,08

Tablo 25'te her tedarikçinin kriterlere göre aldığı puanlar, belirlenen kriter ağırlıkları ile çarpılarak nihai skorlar hesaplanmıştır. Tablo 26'da ise bu skorlar sıralanmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, T-6 en yüksek puanı alarak birinci sırada yer almıştır. Bu tedarikçi, özellikle yüksek kalite standartları, zamanında teslimat ve fiyat iskontosu kriterlerinde üstün performans göstermiştir. İkinci sırada yer alan T-3, kalite ve tedarik süresi açısından güçlü olmasına rağmen, fiyat avantajı bakımından T-6'nın gerisinde kalmıştır. İlk dört sırada yer alan T-6, T-3, T-1 ve T-8, firma için en uygun tedarikçiler olarak belirlenmiştir. Bu tedarikçilerin seçilmesi, firmanın üretim maliyetlerini optimize etmesine ve tedarik süreçlerinde daha az riskle karşılaşmasına olanak sağlayacaktır.

Tablo 25: Kriterlere Göre Tedarikçilerin Puanlama Matrisi

Tedarikçi	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13	TOPLAM
T-1	82	99	90	60	100	91	80	100	100	70	80	75	96	1.265
T-2	67	3	70	55	33	96	75	75	100	80	80	75	100	925
T-3	100	100	80	90	67	92	100	75	100	80	80	75	98	1.298
T-4	100	100	60	50	10	100	75	100	100	70	60	75	60	1.016
T-5	100	100	85	50	100	100	70	75	75	60	70	75	78	1.203
T-6	100	100	95	85	100	93	65	100	75	90	100	75	95	1.361
T-7	53	99	80	95	67	89	100	100	75	100	90	75	86	1.238
T-8	100	99	75	80	67	100	100	75	75	70	70	100	90	1.257
T-9	60	96	90	65	67	64	75	75	100	50	50	75	64	1.049
T-10	97	99	70	65	100	92	75	100	75	60	60	75	83	1.211

Tablo 26: Tedarikçilerin Sıralaması

Tedarikçi	Sıralama
T-6	1
T-3	2
T-1	3
T-8	4
T-7	5
T-10	6
T-5	7
T-9	8
T-4	9
T-2	10

7. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, AHP yönteminin otomotiv sektöründe tedarikçi seçim süreçlerine nasıl entegre edilebileceğini göstermektedir. Yapılan analizler sonucunda, satın alma fiyat iskontosu, tedarik süresi ve hata miktarı en kritik kriterler olarak tespit edilmiştir. AHP yöntemi, çok sayıda kriterin dikkate alındığı karar verme süreçlerinde sistematik ve objektif bir değerlendirme yapılmasına olanak tanımıştır. Firmanın mevcut tedarikçi değerlendirme süreci, bilimsel bir yaklaşımla analiz edilmiş ve en uygun dört tedarikçi belirlenmiştir.

Bu bulgular, yalnızca çalışmanın yapıldığı firma için değil, genel olarak otomotiv sektöründeki tedarikçi seçim süreçleri için de önemli içgörüler sunmaktadır. Özellikle stok yönetimi, üretim sürekliliği ve maliyet kontrolü açısından en iyi tedarikçilerin belirlenmesi, firmaların rekabet gücünü artıracak bir strateji olarak değerlendirilebilir.

Çalışma önerileri ise aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

- Otomotiv firmaları, tedarikçi seçiminde subjektif değerlendirmeler yerine çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmalıdır. AHP gibi sistematik yaklaşımlar, daha sağlıklı ve sürdürülebilir kararlar alınmasına katkı sağlayacaktır.
- E-Kanban sistemini kullanan firmalar, tedarikçi performansını düzenli olarak ölçmeli ve değerlendirmelidir. Özellikle teslimat süreleri ve hata oranları gibi kritik göstergeler, üretim süreçlerinin aksamaması için sürekli takip edilmelidir.
- Dijital TZY uygulamalarına ağırlık verilerek, tedarik süreçlerinin veri analitiği ve yapay zeka destekli sistemlerle optimize edilmesi önerilmektedir. Bu tür yaklaşımlar, tedarikçi seçiminde daha öngörülebilir ve güvenilir sonuçlar sunacaktır.
- Önerilen yaklaşım, diğer üretim sektörlerinde de uygulanabilir olup, farklı kriterlerle genişletilerek daha kapsamlı bir karar destek modeli haline getirilebilir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda, TOPSIS, VIKOR gibi diğer çok kriterli karar verme yöntemleriyle karşılaştırma yapılarak AHP'nin etkinliği daha detaylı olarak analiz edilebilir.

Bu çalışma, otomotiv sektöründeki firmalara veriye dayalı karar verme süreçleri konusunda bir model sunmakta ve tedarikçi seçiminde sistematik yaklaşımların gerekliliğini vurgulamaktadır. Gelecekte, TZY'nin dijitalleşmesi ve yapay zeka destekli sistemlerin yaygınlaşmasıyla, daha etkili tedarikçi seçim süreçlerinin mümkün olacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Ak Oğuz, M., Köksal, M. (2018), "AHP ve TOPSIS Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(34): 69–89.
- Akbal, H. (2023), "Tedarikçi Seçimi ve Çok Kriterli Karar Verme", M. Mete & E. Akardeniz (Eds.) içinde, *İktisadi ve İdari Bilimlerde Uluslararası Araştırma ve Derlemeler* (37–50), Serüven Yayınevi, Ankara, Türkiye.
- Al-Hawari, T., Aqlan, F. (2012), "A Software Application for E-Kanban-based WIP Control in the Aluminium Industry", *International Journal of Modelling in Operations Management*, 2(2): 119–137.
- Dede, N. (2023), *SWARA ve Bulanık AHP Yöntemlerinin Entegrasyonu ile Tedarikçi Seçimi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama*, T.C. Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya, Türkiye.
- Dweiri, F., Kumar, S., Khan, S. A., Jain, V. (2016), "Designing an Integrated AHP Based Decision Support System for Supplier Selection in Automotive Industry", *Expert Systems with Applications*, 62: 273-283.
- Erbıyık, H., Alkan Kabakçı, G., Erdil, A. (2021), "Electre Yöntemi ile Otomotiv Sektöründe Tedarikçi Seçimi: Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulaması", *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (24): 421-429.
- Gültepe, M., Yılmaz, E. (2022), "Tedarik Zinciri Yönetiminde Lojistik ve Dağıtım Ağının Etki Seviyelerinin Belirlenmesi ve Tedarikçi Seçimi Optimizasyonu için

AHP ve Matematik Programlama Modelini İçeren Yeni Bir Yaklaşım”, *International Journal of Advanced Engineering and Pure Sciences*, 34(2): 262-270.

Güngör, C. S. (2021), *Otomotiv Cam Sanayinde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi*, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi İşletme Ana Bilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Programı, Denizli, Türkiye.

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: 555-564.

Jarupathirun, S., Ciganek, A. P., Chotiwankeawmanee, T., Kerdpitak, C. (2009), “Supply Chain Efficiencies Through E-Kanban: A Case Study”, *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 17(SP1): 55.1-55.4.

Jayant, A. (2018), “An Analytical Hierarchy Process (AHP) Based Approach for Supplier Selection: An Automotive Industry Case Study”, *International Journal of Business Insights & Transformation*, 11(1): 36-45.

Karabıçak, Ç., Özcan, B., Kocabaş Akay, M. (2020), “Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Kullanılarak Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Tedarikçi Seçimi”, *Veri Bilimi Dergisi*, 3(1): 26-32.

Lambert, D. M., Cooper, M. C., Pagh, J. D. (1998), “Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities”, *The International Journal of Logistics Management*, 9(2): 1-20.

Maříková, O. (2008), “E-kanban and its Practical Use”, *Conference STČ 2008*, Czech Republic, 1-10.

Menanno, M., Ragno, P., Savino, M., Muhammad, S. (2019), “Implementing Industry 4.0 Technologies in Lean Production Through E-kanban Automotive Production”, *The Summer School Francesco Turco*, Brescia, Italy, 458-463.

Otomotiv Sanayii Derneği (OSD) (2023, Aralık), *Otomotiv Sektörü Aylık Değerlendirme Raporu*, İstanbul.

Özen, M., Borat, O. (2020), “Otomotiv Yan Sanayi Sektöründe Tedarikçi Seçiminde AHP, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSİS Yaklaşımı”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(38): 152-171.

Ricky, C., Kadono, Y. (2020), “A Case Study of E-Kanban Implementation in Indonesian Automotive Manufacture”, *8th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, Pangkalpinang, Endonezya, 1-7.

Romeira, B., Cunha, F., Moura, A. (2021), “Development and Application of an E-Kanban System in the Automotive Industry”, *The International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Monterrey, Meksika, 613-624.

Saaty, R. W. (1987), “The Analytic Hierarchy Process—What It is and How It is Used”, *Mathematical Modelling*, 9(3-5): 161-176.

- Saaty, T. L. (1990), “How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process”, *European Journal of Operational Research*, 48(1): 9–26.
- Saaty, T. L. (2008), “Decision Making with the Analytic Hierarchy Process”, *International Journal of Services Sciences*, 1(1): 83–98.
- Sahoo, S. K., Goswami, S. S., Halder, R. (2024), “Supplier Selection in the Age of Industry 4.0: A Review on MCDM Applications and Trends”, *Decision Making Advances*, 2(1): 32-47.
- Singh, B. (2016), “Analytical Hierarchical Process (AHP) and Fuzzy AHP Applications-A Review Paper”, *International Journal of Pharmacy and Technology*, 8(4): 4925-4946.
- Supçiller, A. A., Çapraz, O. (2011), “AHP-TOPSİS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması”, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 13: 1-22.
- Şeker, S. E. (2014, Aralık), “Kanban”, *YBS Ansiklopedisi*, 1(4): 21-25.
- Yaykaşlı, M. (2021), *Otomobil Üreticilerinin Satın Alma Karar Modeli*, İKSAD, Ankara, Türkiye.

Yazar Katkıları

Ural Gökay ÇİÇEKLİ: Kavramsal çerçeve, Yöntem, Analizler, Makale yazım, Danışmanlık

Berkay AYDEMİR: Kavramsal çerçeve, Yöntem, Literatür, Veri toplama, Analizler