



## Bir Konfeksiyon İşletmesinde MACBETH ve TOPSIS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi

### The Supplier Selection with MACBETH and TOPSIS Methods for A Garment Supplier

Deniz Karataş Cevizci<sup>1</sup>  Ozan Kayacan<sup>2\*</sup> 

<sup>1,2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir, TÜRKİYE  
Sorumlu Yazar / Corresponding Author \*: [ozan.kayacan@deu.edu.tr](mailto:ozan.kayacan@deu.edu.tr)

Geliş Tarihi / Received: 18.07.2018

DOI:10.21205/deufmd.2019216202

Kabul Tarihi / Accepted: 21.12.2018

Araştırma Makalesi/Research Article

Atıf şekli/How to cite: CEVİZCİ, KARATAŞ, D., KAYACAN, O. (2019). Bir Konfeksiyon İşletmesinde MACBETH ve TOPSIS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi. DEUFMD, 21(62), 331-344.

#### Öz

Günümüzde yaşanan küreselleşme, teknolojik gelişmeler ve yoğun rekabet, tekstil konfeksiyon firmalarının da müşteri memnuniyetini sağlamak, siparişleri müşterinin istediği kalitede ve zamanında teslimat yapabilmek, diğer firmalarla rekabet edebilmek için doğru tedarikçi seçiminin önemini anlamalarını sağlamaktadır. Bu konunun basit bir tedarikçi seçimi olarak görülmemesi, pek çok değerlendirme kriteri dikkate alınarak, sadece tek değışkene ve kriterlere göre değil, çok sayıda kriter ve bunların ortaklaşa etkilerine bakılarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, İzmir’de faaliyet gösteren bir hazır giyim/konfeksiyon firmasında Çok Kriterli Karar Verme sistemlerinden MACBETH yöntemi kullanılarak tedarikçi seçiminde dikkate alınan kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. MACBETH ve TOPSIS yöntemleri ile tedarikçi alternatifleri değerlendirilmiş ve her iki yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Karar Verme, Çok Kriterli Karar Verme, MACBETH, TOPSIS

#### Abstract

Nowadays globalization, technological developments and intense competition enable textile and apparel companies to realize customer satisfaction, to produce orders on time and at desired quality and to understand the importance of choosing the right supplier in order to compete with other companies. This issue shouldn't be considered as a simple supplier selection but also it should be handled by evaluating not only single variable and criterion but also considering multi criteria and their joint effects. In this study, the weights of the criteria, which were evaluated for supplier selection in an apparel company located in Izmir, has been determined by using MACBETH method as a Multi Criteria Decision Making systems. The supplier alternatives were evaluated by using both MACBETH and TOPSIS methods and the obtained results were compared..

**Keywords:** Decision Making, Multi Criteria Decision Making, MACBETH, TOPSIS

#### 1.Giriş

İnsanlar, yaşamları boyunca gerek kişisel ihtiyaçları ve gerekse toplum içerisindeki statüleri nedeniyle her an bir karar vermek durumundadırlar. Karar verme süreci içerisinde, bu sürecin doğası gereği çeşitli seçenekler ile karşı karşıya kalmaktadırlar[1]. Karar, düşünerek ve akıl yürüterek verilen yargı,

süreklilik, sakinlik, sebat, en uygun, öngörü gibi anlamlar ifade etmektedir. Kararın İngilizce ve Fransızcadaki karşılığı olan “decision” kelimesi, Latince’de kesmek, kesintiye uğratmak, direnme ve muhalefeti sona erdirmek anlamlarına gelen “decidere” teriminden gelmektedir[2]. Sözlük anlamıyla karar; sonunda şüphelerin, tartışmaların son bulduğu, seçilen yolun uygulanmaya başlandığı mantıksal sürecin nihai

ürünü olarak da tanımlanabilmektedir. Karar verme, ne yapacağımızı bilmediğimiz zaman yaptığımızdır[3]. Karar verme, çeşitli faktörlere dayalı olarak ulaşılan bir karar veya sonuçtur [4]. “Karar verme” ve “karar” tanımları birbirleriyle karıştırılmasına rağmen aralarında kesin olan bir fark vardır. Bu fark karar verme davranışının bir sürece sahip olmasıdır. Karar verme, genel anlamda, alternatifler arasından seçim yapmak olarak tanımlanmaktadır[5]. Karar verme süreci geçmişte veri toplama ve bilgi süreciyle ilişkilendirilmiş olup sürecin karmaşıklığı zamanla artmıştır. Bu nedenle birçok karar verici problemlerle karşılaştığı zaman Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerini uygular[6]. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), karar vermenin bilinen bir dalıdır. Bir dizi karar kriterinin varlığı altında karar problemlerini ele alan genel bir operasyon, araştırma model sınıfının bir koludur[7]. Çok Kriterli Karar Verme için; “Karar vericilerin sonlu sayıdaki alternatifler arasından iki ve/veya daha fazla kısıtı temel alarak yapmış oldukları seçim”; “Genellikle birbirleriyle çelişki halinde olan, birden fazla karar verme kısıtasından faydalanarak mevcut alternatiflerden en iyisini seçme faaliyeti” ve “Birçok olasılık arasından değişik birimlere sahip birçok kısıtı kullanarak en iyi olanı seçme yöntemi” olmak üzere literatürde çeşitli tanımlamalar bulunmaktadır [8].

C.L. Hwang ve K. Yoon, çok kriterli karar verme kavramlarının bulundukları farklı özellikler ışığında çok kriterli karar verme problemlerini iki büyük sınıfa ayırmışlardır. Bu sınıflardan birisi, Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) ve diğeri ise Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) dir [9].

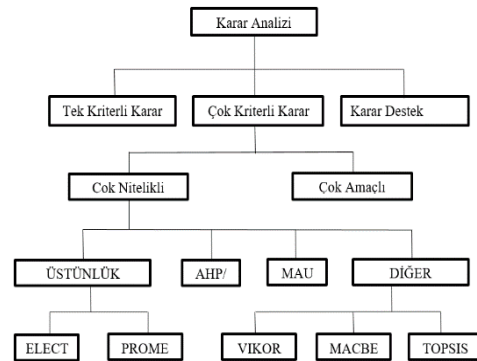
Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV); Alternatiflerin bir matematiksel programlama yapısı içerisinde dolaylı olarak tanımlandığı ve sonsuz sayıda olduğu sürekli durumlarda karar vermeye dayanır. Bir tasarım problemidir ve matematiksel optimizasyon teknikleri gerektirir. Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV); Seçeneklerin açıkça sonlu sayıda bir liste ile tanımlanabildiği kesikli durumlarda karar vermeye dayanır. Bir tasarım probleminden çok seçim problemidir. Matematiksel optimizasyon araçları gerektirmeyebilir [10]. Tablo-1’de bu iki sınıftaki problemlerin özellikleri arasındaki karşılaştırmalar gösterilmiştir [11].

**Tablo 1:ÇAKV-ÇNKV Karşılaştırma Tablosu[11]**

	<b>Çok Amaçlı Karar Verme</b>	<b>Çok Nitelikli Karar Verme</b>
<b>Kriter Tanımı</b>	Amaçlar tarafından	Nitelikler tarafından
<b>Amaç Tanımı</b>	Açık/Belirgin olarak	Örtük olarak
<b>Nitelik Tanımı</b>	Örtük olarak	Açık/Belirgin olarak
<b>Kısıtlar</b>	Aktif	Aktif değil (Niteliklere dahil edilmiş)
<b>Alternatif</b>	Sonsuz sayıda, sürekli (süreç sırasında belirir)	Sonlu sayıda, ayrık (önceden tanımlanmış)
<b>Karar Vericiyle Etkileşim</b>	Çoğunlukla	Çok fazla değil
<b>Kullanım Amacı, Problem Türü</b>	Tasarım	Seçim / Değerlendirme

ÇNKV’de nitelikler, ÇAKV’de amaçlar alternatiflerin arasından seçim problemi için geliştirilmiş yöntemleri kapsamaktadır. Bu sebeple, ÇNKV seçim ve değerlendirmede, ÇAKV tasarım problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır[12]. Karar Verme Metotlarının genel bir sınıflandırması Şekil-1’de verilmiştir.

MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique), farklı seçeneklerin görece olarak tercih edilme düzeyini gösteren bir yöntemdir. Yöntem temel olarak seçenekler ve bu seçeneklerin kriterleri arasında yapılan kalitatif yargılara dayanmaktadır [14].



**Şekil 1: Karar Verme Metotlarının Sınıflandırılması [13]**

Literatürde MACBETH yönteminin kullanımına yönelik olarak çok çeşitli çalışmalara rastlamak mümkündür. Yatırım amaçlı firma seçiminden, tedarik amaçlı malzeme seçim çalışmalarına, teknolojik yöntem tercihlerinin yapılmasından performans değerlendirme ve karşılaştırma çalışmalarına, konum tercihlerinden risk değerlendirmelerine dek çok çeşitli sektörde birçok farklı uygulama için MACBETH tekniğinin kullanıldığı görülmektedir [15-24].

TOPSIS (Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution), pozitif idealden negatif ideal noktalara uzaklıklarını dikkate alarak alternatifleri sıralayan bir yöntemdir [25].

TOPSIS yöntemine yönelik olarak da literatürde farklı çalışmalara rastlanmaktadır. Müşteri tercihlerine yönelik seçim uygulamalarından işletmelerin etkinlik analizlerinin yapılmasına, hammadde seçimi problemlerinden tedarikçi tercih uygulamalarına, yatırım tercihlerinden teknolojik değerlendirmelere, farklı seçim algoritmalarının karşılaştırılmalarına dek farklı sektörlerle yönelik birçok çalışma ile karşılaşmak mümkündür [26-34].

Bu çalışmada İzmir'de kurulu olan ve hazır giyim üretimi alanında faaliyet gösteren bir hazır giyim firmasında C&A markası adına yapılmakta olan üretim işlemleri için kriterlerin kalitatif verilere göre karşılaştırma ve değerlendirmesinde kullanılan bir ÇNKV yöntemi olan MACBETH yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiştir. MACBETH ve TOPSIS yöntemleri ile tedarikçi alternatifleri değerlendirilmiş ve her iki yöntem sonucunda elde edilen en iyi tedarikçi sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmada, MACBETH yönteminin uygulanmasında kullanılan bir bilgisayar destek programı olan M-MACBETH kullanılmış, TOPSIS yöntemi hesapları ise Microsoft Excel programı kullanılarak yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı tedarikçi seçiminde MACBETH ve TOPSIS yöntemlerinin ayrı ayrı/entegre olarak kullanılabilme ve karşılaştırmalı değerlendirme imkanlarının araştırılmasıdır.

## 2. Metodoloji

### 2.1. MACBETH Yöntemi

MACBETH yöntemi 1990'lı yıllarda C. A. Bana e Costa, J. C. Vansnick ve J. M. De Corte tarafından geliştirilmiştir. Yöntem, karar vericilerin kalitatif yargılarından yola çıkarak bir kantitatif karar verme tekniği oluşturma amacıyla ortaya çıkmıştır. Yöntemi geliştiren araştırmacıların aklındaki soru, tercihleri sayılarla belirtmeye

zorlamadan karar vericilerin seçenekler arasındaki tercih düzeylerini belirtecek bir ölçeğin nasıl ortaya koyulabileceği idi. Böylelikle ikili karşılaştırmalarda sadece "zayıf", "güçlü" gibi anlamsal yargılara dayanan MACBETH yöntemi ortaya çıkmıştır [14]. Yönteme ilişkin ilk yazılım 1997 yılında J.M.De Corte tarafından geliştirilmiştir [16].

MACBETH yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak değerlendirme yaparken kantitatif değerler yerine kalitatif değerlere dayanarak karşılaştırma yapmaktadır. Bu yaklaşımda, ikili karşılaştırmalar için takdire dayalı bilgi gerekmektedir. Kriterlerin kalitatif değerlere dayanarak yapılan ikili karşılaştırmaları ile kriterlerin göreceli ağırlıkları da belirlenebilmektedir. Karar verici tarafından belirlenen kalitatif bilgiler M-MACBETH programına girilirken program yazılım sistemi, girilen kalitatif değerlendirmelerin tutarlığı konusunda bir doğrulama yapmakta ve eğer girilen kalitatif değerler arasında tutarsızlık varsa bunların çözümü için teklifler sunmaktadır [17]. MACBETH, kullanıcı açısından bakıldığında AHP gibi teknikler ile benzerlikler içermektedir. Her iki metod da ikili karşılaştırmaların sonuçlarına dayanmaktadır. Ancak AHP yöntemi, oran ölçek (ratio-scale) kullanırken MACBETH yöntemi ise aralık ölçek (interval-scale) kullanmaktadır [14].

Karar vericilerden, birer birer semantik ölçekten yedi kategoriye sahip olan iki uyarın arasındaki çekiciliğin farkına ilişkin kararlar vermeleri istenir ki bunlar, extreme(aşırı kuvvetli), very strong(çok kuvvetli), moderate(orta), weak(zayıf), very weak(çok zayıf), strong(kuvvetli) ve no(üstünlük yok), önemlerinin azalan sırasına göre düzenlenmiştir. Bu yedi semantik ölçeğin anlamı Tablo-2'deki gibidir [35].

Performans ölçütleri genellikle 0-100 ölçeğinde orantılı olarak nicelleştirilen nitel yargılardır. Kriter ağırlıkları, ikili karşılaştırma sorgulama moduna dayanan MACBETH yöntemi uygulanarak belirlenebilir. Karar vericilere, çeşitli karar kriterlerine göre alternatiflerin göreceli olarak ağırlıklandırılmış çekiciliğinin toplam ölçümü temel alınarak alternatiflerin sıralamasına yardımcı olur [35].

**Tablo 2:** Macbeth Semantik Ölçekler

Semantik Ölçek	Eşdeğer Sayısal Ölçek	Anlam
Anlamsız	0	Alternatifler arasında fark yoktur.
Çok-Zayıf	1	Alternatif, diğerlerine göre çok-zayıf derecede çekicidir.
Zayıf	2	Alternatif, diğerlerine göre zayıf derecede çekicidir.
Orta	3	Alternatif, diğerlerine göre orta derecede çekicidir.
Güçlü	4	Alternatif, diğerlerine göre güçlü derecede çekicidir.
Çok-Güçlü	5	Alternatif, diğerlerine göre çok-güçlü derecede çekicidir.
Aşırı	6	Alternatif, diğerlerine göre aşırı derecede çekicidir.

Yedi semantik ölçek kullanılarak yapılan karşılaştırma mantıksız olursa, karar vericinin birden fazla sıralı kategori seçme özgürlüğü vardır. Karar verici tarafından sağlanan kararlar tutarlılık açısından kontrol edilir. Sunulan yargıların tutarsız olduğu tespit edilirse, M-MACBETH yazılımı kararları tutarlı hale getirmek için değişiklikler önerir. Daha sonra, tutarlı kararlar orantılı nicel ölçeklere dönüştürülür. Sıralı ölçeklerin nicel MACBETH puanları haline dönüştürülmesi için matematiksel işlem yapılır [36].

MACBETH yöntemi ile problemleri çözerken izlenecek adımlar şu şekilde özetlenebilir:

**Adım 1:** Kriterler belirlenerek değer ağacı yapısında gösterilir.

**Adım 2:** Değer ağacı oluşturulduktan sonra, alternatifler belirlenir. Ardından belirli bir kritere göre alternatiflerin olası performansını gösteren sıralı performans seviyeleri tanımlanır. Minimum iki referans seviyesi, üst referans (iyi) seviyesi ve alt referans (nötr) seviyesi olarak tanımlanması gerekmektedir. MACBETH ölçeğinde, üst referans seviyesi 100 puan alınırken

alt referans düzeyi 0 puan alır. Burada, 100 olası en iyi puanı ifade etmez ve 0 verilen bir kriter için alternatifin en kötü performansı anlamına gelmez.

**Adım 3:** Alternatifler için (m x m) boyutlu matris oluşturulur. m belirtilen kriter bazında değerlendirilecek alternatif sayısını göstermektedir. Matris içerisinde, alternatifler önem derecesine göre soldan sağa sıralanır. Bu kalitatif performans seviyelerini ölçmek ve MACBETH ölçeği halinde kantitatif performans düzeylerini dönüştürmek için yapılır. Aynı prosedür kriterler için de uygulanır.

**Adım 4:** Kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırmalar yapılır. MACBETH yönteminde değerlendirmeler için Tablo 2'de gösterilen yedi kategorili ölçek kullanılmaktadır.

**Adım 5:** Karar verici tarafından yapılan yargıların tutarlılığı kontrol edilir. Verilen yargıların tutarsız olduğu tespit edilirse, M-MACBETH yazılımı yapılması gereken muhtemel değişiklikleri gösterir.

**Adım 6:** MACBETH ölçeğine göre ifade edilen tutarlı yargılar doğrusal programlama modelleri kullanılarak uygun sayısal bir ölçeğe dönüştürülür ve alternatiflerin tercih edilirligine ilişkin puanlar elde edilir.

**Adım 7:** Son olarak elde edilen alternatif puanları kriter ağırlıkları ile çarpılarak toplanır. Böylelikle alternatiflere ait genel puanlar hesaplanmış olur. Elde edilen genel puanlara göre alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanır [17].

Kriterlerin görece önem derecelerini ve seçeneklerin her bir kriter için karşılaştırmalarını gösteren tutarsızlık içermeyen karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra doğrusal programlama yardımı ile kriterlerin ağırlıkları ve seçenek puanları elde edilmektedir. Burada kriter ağırlıkları, toplamları "1" olacak şekilde hesaplanır. Seçenek puanlarının bulunmasında ise en az tercih edilen seçenek sifıra eşitlenip kullanıcının yargılarını yansıtan ve karar tablolarında belirtilmiş tercihlerin sayısal karşılıkları hesaplanır. Çözümde kullanılan doğrusal programlama modeli şu şekilde formüle edilmektedir:

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } \phi(O_1) \quad (1)$$

Burada  $\phi(O_1)$  en çok tercih edilen kriterin/seçeneğin puanını göstermektedir.

Değişkenler:

$$\emptyset(O_i), i \in \{1,2,..n\} \quad (2)$$

Burada kriter/seçenek sayısı,  $n$  ile gösterilmektedir. Modelde üç tür kısıt yer almaktadır: Ordinal koşullar, semantik koşullar ve sıfırlama koşulu.

Ordinal Koşullar:

$$\forall o_i, o_j, i, j \in \{1,2,..n\}: o_i > o_j \rightarrow \phi(o_i) > \phi(o_j) + \delta(i,j) \quad (3)$$

$$\forall o_i, o_j, i, j \in \{1,2,..n\}: o_i = o_j \rightarrow \phi(o_i) = \phi(o_j) \quad (4)$$

Burada  $\delta(i, j)$ ,  $o_i$  ve  $o_j$  arasındaki tercih edilme düzeyi farklılığını göstermektedir.

Semantik Koşullar:

$$\forall o_i, o_j, o_k, o_l, i, j, k, l \in \{1,2,..n\}: \phi(o_i) - \phi(o_j) \geq \phi(o_k) - \phi(o_l) + \delta(i,j,k,l) \quad (5)$$

Burada  $\delta(i, j, k, l)$ ,  $o_i$  ve  $o_j$  arasındaki tercih edilme düzeyi farklılığı ile  $o_k$  ve  $o_l$  arasındaki tercih edilme düzeyi farklılığı arasındaki anlamsal kategori sayısını göstermektedir.

Sıfırlama Koşulu:

$$\phi(O_n) = 0 \quad (6)$$

Sıfırlama koşulu en az tercih edilen seçeneğin puanının "0" olmasını sağlamaktadır. Aralık ölçeğe dayalı olan MACBETH yönteminde tercih düzeyi en düşük olan seçeneğin sıfırlanması bir gerekliliktir. Ancak bu koşul kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmaz. Aksi takdirde genel amaca yönelik tercihte en az öneme sahip olan kriterin ağırlığı "0" olacaktır ki bu durum sözkonusu kriterin etkili olmadığını gösterir. Böyle bir durumla karşılaşmamak için kriterlerin ağırlıklarının belirlendiği doğrusal programlama modeline son kısıt dahil edilmez.

Son olarak bulunan seçenek puanları kriter ağırlıkları ile çarpılarak toplanır. Böylelikle seçeneklere ait genel puanlar hesaplanmış olur. Elde edilen genel puanlar ile seçenekler arasında bir sıralama yapmak ve en iyi tercihi belirlemek mümkündür [14].

Uygulamada, M-MACBETH bilgisayar programı ile kriter ağırlıkları belirlenmiş ve alt tedarikçiler sıralanmış, TOPSIS yöntemi hesapları ise Microsoft Excel programı kullanılarak yapılmış ve alt tedarikçiler sıralanmış ve her iki yöntemden elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

MACBETH yöntemi için kriterler belirlenirken, daha önce tedarikçi seçimi konusunda literatürde yapılan çalışmalar incelenmiş ve uygulamanın yapılacağı firmanın alt tedarikçilerini değerlendirmek için oluşturduğu "Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi

Değerlendirme Kriterleri"nin, Dış Kaynaklar Üretim Sorumlusu (Outsourcing) ve C&A Planlama Yöneticisi ile görüşülerek ortak bir karar ile baz alınmasına karar verilmiştir.

Kriterler ve açıklamaları aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- 1) Üretim Gereklilikleri (GPQ) ve Ürün Yeterliliği (RQS): Üretilen giysilerin GPQ (Guideline for Production and Quality Control - bilinen adıyla Garment Process Quality) standartlarına uygun olarak yani alıcı firmanın yönergesinde belirttiği kalite şartlarına uygun olarak üretilmesidir. RQS ise (The Requirements Quality Suite - bilinen adıyla Requirements For Quality System) ise ürünlerin alıcı firmanın uygun gördüğü kalite sistemlerinde üretilmesi yani siparişin alınmasından yüklenmesine kadar geçen tüm süreçte takip edilecek adımlar olarak özetlenebilir.
- 2) Kalite: Tedarikçi ürün kalite seviyesinin müşteri taleplerine uygun olarak yapılmasıdır. Değerlendirme kriterleri tamir + red, şartlı kabul, firma inline kalış, firma final kalış, müşteri kalış, müşteri indirimleri, müşteri şikâyetleri olarak sıralanabilir.
- 3) Çevre ve Kimyasal: Müşteri taahhütnameleri, Alt Tedarikçi taahhütnamesi, STS Onayı, Laboratuvar, Laboratuvar Marka Akreditasyonu olarak sıralanabilir.
- 4) Teslimat: Ürünün istenen zamanda depoya teslim edilmesidir. Değerlendirme kriterleri paketlenme, etiketlenme, irsaliye ve sevkiyat olarak sıralanabilir.
- 5) İş Ortaklığı: Uygulamanın gerçekleştirildiği hazır giyim firması, alt tedarikçilerini kategorilere ayırıp Platin, Gold ve Silver olarak 3 grupta sınıflandırılmakta ve sınıflara göre tedarikçilerine aşağıdaki taahhütleri vermektedir:
  - Platin Tedarikçiler: Stratejik tedarikçilerdir. Mutabık kalınan kapasite için %100 doldurma garantisi verilir. Birlikte yatırım yapma, ürün geliştirme ve teklif hazırlama işlemleri yapılır.
  - Gold Tedarikçiler: Ana tedarikçilerdir. Öncelikli tedarikçi olma özelliğine sahiptirler. Minimum ve maksimum kapasite belirlenir, yatırım yapılır.
  - Silver Tedarikçiler: Standart tedarikçilerdir. Önceliği en düşük tedarikçidir. Kapasite sözü verilmez, ancak yüksek kapasiteli dönemlerde tercih edilir. Maksimum 2 yıl içinde Gold tedarikçi olma zorunluluğu vardır.

- 6) Etik Çalışma Kuralları (CoC-Code of Conduct): Kanunlara ve sosyal normlara uyma, çalışma şartları, ücretler, çevreyi koruma gibi müşterinin belirlediği kurallara uygun olarak çalışma şartlarının düzenlenmesidir.
- 7) Belgeler ve Sertifikalar: Müşterilerin sahip oldukları uluslararası sertifika ve belgeleri içermektedir. Alt tedarikçilerin bu kalite ve standartlara uygun olarak üretim yapabilmeleri değerlendirilir. Değerlendirme kriterleri, C&A firması Oeko-tex Belgesi, C&A Disney belgesi, OCS Uniteks, OCS Master olarak sıralanabilir.

## 2.2. TOPSIS yöntemi

TOPSIS, ilk olarak 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından önerilmiştir. Yöntemin mantığı ideal çözüm ve negatif ideal çözümü tanımlamaktır. İdeal çözüm, fayda kriterini maksimum maliyet kriterini minimum yapan çözümdür. Negatif ideal çözüm ise maliyet kriterini maksimum fayda kriterini minimum yapar. Seçilen alternatifin pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzakta olması gerektiği mantığına dayanır [37].

TOPSIS metodunun çoklu kriter karar verme problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılmasının başlıca sebepleri aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Kolaylıkla anlaşılabilen bir mantığa sahip olması,
- Metodun her bir aşamasındaki matematiksel alt yapının görece anlaşılabilir olması,
- Her bir kriter için en uygun alternatifi belirleyebilme kabiliyeti,
- Görece önem değerlerini hem kriterler hem de Karar Verici grubu üyeleri için hesaplama süreçlerine dâhil edebilme özelliği [8].

TOPSIS yönteminin uygulama adımlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

**Adım 1:** Karar matrisinin oluşturulması.

Karar matrisinde m, alternatif sayısını; n kriter sayısını temsil etmektedir. Bu matris, alternatiflerin kriterlere göre performansını değerlendirilmesi ile elde edilir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

TOPSIS, karar matrisindeki her niteliğin monoton artan veya azalan bir fayda aldığını varsaymaktadır. Fayda kriterlerinin optimizasyonu kriterlerin maksimize edilmesiyle, maliyet kriterlerinin optimizasyonu kriterlerin minimize edilmesiyle sağlanmaktadır. Bütün kriterlerin eşit öneme sahip olamayacakları düşünüldüğünde, kriterlerin karar verici tarafından ağırlıklandırılması gerekmektedir [38].

**Adım 2:** Normalleştirme matrisin elde edilmesi.

Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir  $a_{ij}$  değerlerinin  $(a_{11}, a_{21}, \dots, a_{m1})$  kareleri alınarak bu değerlerin toplamından oluşan sütun toplamları elde edilir ve her bir  $a_{ij}$  değeri ait olduğu sütun toplamının kareköküne bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilir.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_1^m a_{ij}^2}} \quad (i = 1..m) \text{ ve } (j = 1..p) \quad (8)$$

Normalize matris aşağıdaki gibi elde edilir;

$$N = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

**Adım 3:** Ağırlıklandırılmış normalize matrisin elde edilmesi.

Normalize edilmiş matrise ait her bir değer  $w_i$  gibi bir değerle ağırlıklandırılır. Ağırlıklandırma işlemi TOPSIS yönteminin subjektif yönünü ortaya koymaktadır. Çünkü ağırlıklandırma işlemi faktörlerin önem derecesine göre yapılmaktadır. TOPSIS yönteminin tek subjektif parametresi ağırlıklardır. Burada dikkat edilmesi gereken husus  $w_i$  değer toplamlarının "1" e eşit olmasıdır. Normalize matris ile elde edilen  $n_{ij}$  değerleri  $w_i$  ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris (V) elde edilir [39].

$$V = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

**Adım 4:** İdeal ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi.

Ağırlıklandırılmış normalize matrisin elemanları göz önünde bulundurularak, A\* (ideal) ve A- (negatif-ideal) ile gösterilen farazi iki alternatif belirlenir. Bu alternatifler, aşağıda matematiksel olarak ifade edildiği üzere, her sütunun maksimum veya minimum değerleri kullanılarak oluşturulur.

$$\begin{aligned} A^* &= \{(maxv_{ij}|j \in J), (minv_{ij}|j \in J') | i = 1, \dots, m\} = \{v_1^*, \dots, v_n^*\} \\ A^- &= \{(minv_{ij}|j \in J), (maxv_{ij}|j \in J') | i = 1, \dots, m\} = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} \end{aligned} \quad (11)$$

Değerlendirilen kriter fayda/kâr kriteriyse, J ile gösterilir ve ideal alternatif için kriter sütununda yer alan maksimum değer; negatif-ideal alternatif için minimum değer seçilir. Fakat değerlendirilen kriter maliyet kriteri ise J' ile gösterilir ve karar verme sürecinde minimum olması istenecektir. Bu durumda ideal alternatif için kriter sütunundan minimum değerli eleman; negatif-ideal alternatifi için maksimum değerli eleman seçilir [38].

**Adım 5:** Ayırım ölçülerinin hesaplanması.

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin İdeal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian (Öklidyen) Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım  $S_i^*$  ve Negatif İdeal Ayırım  $S_i^-$  Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (12)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (13)$$

Burada karar noktası sayısı kadar  $S_i^*$  ve  $S_i^-$  olacaktır.

**Adım 6:** İdeal çözüme görelî yakınlığın hesaplanması.

Her bir karar noktasının ideal çözüme görelî yakınlığının hesaplanmasında ideal ve ideal olmayan noktalara uzaklıklardan yararlanır. İdeal çözüme görelî yakınlık  $c_i^*$  ile sembolize

edilir. Burada  $c_i^*$  değeri  $0 \leq c_i^* \leq 1$  aralığında değer alır ve  $c_i^* = 1$  ilgili karar noktasının ideal çözüme mutlak çözüm yakınlığını gösterirken,  $c_i^* = 0$  ise ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir [39].

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (14)$$

$c_i^*$  değerlerinin büyükten küçüğe sıralaması, alternatiflerin uygunluk açısından öncelik sıralamasını verecektir [38].

TOPSIS yöntemi ÇKKV yöntemlerinden biri olduğu için çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu alanlara örnek olarak ekonomi, yönetim problemleri, veri tabanı seçimi, muhasebe ve finans, sermaye yatırımı, karar destek, üretim, makro ekonomik planlama, pazarlama, ürün tasarımı, pazarlama stratejisi, planlama, portföy seçimi, risk analizi, başvuru değerlendirmeleri, grup karar verme, tesis yeri seçimi, kaynak tahsisi, politika/strateji, ulaştırma, pazar seçimi, kamu sektörü gibi alanlar örnek verilebilir [40].

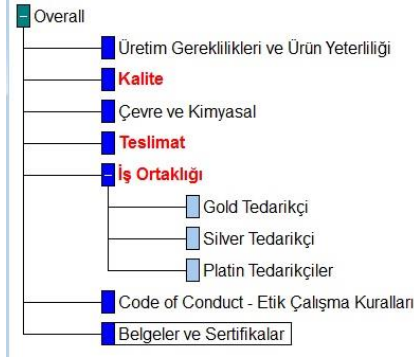
### 3. Bir Hazırgiyim İşletmesinde Macbeth ve TOPSIS Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi

Uygulama, İzmir'de kurulu olan ve hazır giyim üretimi alanında faaliyet gösteren bir işletmede yapılmıştır. Firmanın Ege bölgesi hazır giyim ve konfeksiyon ihracat birincisi olması ve üretimlerinin tamamını alt tedarikçilerde yaptırması sebebiyle uygulama için en uygun tedarikçi olduğu sonucuna varılmıştır. İşletme Zara, Bershka, H&M, Newlook, C&A gibi birçok dünya markası ile çalışmaktadır. Dış Kaynaklar Üretim Sorumlusu'ndan (Outsourcing) alınan bilgiler doğrultusunda C&A markası adına yapılmakta olan üretim işlemleri için alt tedarikçi seçim probleminin çözümünde uygulama yapılması kararı alınmıştır.

Kriter ağırlıklarının belirlenmesi için M-MACBETH programında uygulanan adımlar aşağıdaki gibidir:

**Adım 1:** Firmada uygulanmakta olan "Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi Değerlendirme Kriterleri" baz alınarak, M-MACBETH bilgisayar programına işletme açısından tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılmakta olan 7 ana kriterler girilmiş ve Şekil 2'de görülen değer ağacı oluşturulmuştur. Bu kriterlerden dördü tüm tedarikçilerde bulunması gereken mecburi özelliklerdir.

Kırmızı ile belirtilmiş olan “kalite”, “teslimat” ve “iş ortaklığı” hususları tedarikçileri birbirinden ayıran ve öne çıkan en temel başlıklar olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 2: Değer Ağacı

**Adım 2:** Değer ağacı oluşumunun ardından alternatifler olarak üç tedarikçi ele alınmıştır. Bu çalışmada tedarikçilerin isimleri yerine buldukları bölgeye göre Karadeniz, İstanbul ve Güneydoğu biçiminde isimlendirme yapılması tercih edilmiştir. Ardından kalite, iş ortaklığı ve teslimat kriterlerine göre alternatiflerin olası performansını gösteren sıralı performans seviyeleri sırasıyla Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te gösterilmiştir.

Name	Short
upper reference	upper
lower reference	lower

Şekil 3: Kalite Performans Seviyeleri

**Adım 3:** Alternatifler ve kriterler için 3x3'lük matris oluşturulmuştur. Kalite, teslimat ve iş ortaklığı biçiminde belirlenen kriterler Şekil 6'da; alternatifler ise Karadeniz, Güneydoğu ve İstanbul olarak Şekil 7'de görülmektedir. Matris içerisinde, alternatiflerin ağırlık referanslarına göre sıralanması ise Şekil 8'de belirtilmiştir. Reel

koşulların yansıtılması amacıyla ağırlık referanslarının belirlenmesi çalışması uygulama yapılan firmanın dış kaynaklar üretim sorumlusu ve C&A Planlama Yöneticisiyle birlikte gerçekleştirilmiştir.

	Qualitative level	Short
1	Bant kapasitesi ve ürün yelpazesi çok geniş olan fason	Great
2	Bant kapasitesi yeterli, ürün yelpazesi geniş olan fason	Good
3	Bant kapasitesi yeterli, ürün yelpazesi orta olan fason	Pleasant
4	Bant kapasitesi yetersiz, ürün yelpazesi dar fason	Deficient
5	Bant kapasitesi orta, ürün yelpazesi orta olan fason	Neutral

Şekil 4: İş Ortaklığı Performans Seviyeleri

	Quantitative level	Indicator
1	11	Zamanında teslimat yapma sayısı
2	10	
3	7	
4	9	
5	8	

Şekil 5: Teslimat Performans Seviyeleri

Short name	Name
Kalite	Kalite
Teslimat	Teslimat
İO	İş Ortaklığı

Şekil 6: Kriterler

Name	Short name	Cost
Karadeniz Bölgesi Fasonu	Karadeniz	6
Güneydoğu Bölgesi Fasonu	Güneydoğu	4
İstanbul Bölgesi Fasonu	İstanbul	8

Şekil 7: Alternatifler



references	Kalite	Teslimat	İÖ
overall	upper	11	Great
[ İÖ ]	Karadeniz	10	Good
[ Teslimat ]	Güneydoğu	7	Pleasant
[ Kalite ]	İstanbul	9	Deficient
[ all lower ]	lower	8	Neutral

Şekil 8: Ağırlık Referansları

**Adım 4:** Kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Şekil 9, 10 ve 11'de yapılan ikili karşılaştırmalar gösterilmiştir. Örneğin; Karadeniz alt tedarikçisinin kalite kriteri için Güneydoğu alt tedarikçisine göre nasıl bir tedarikçi olduğuna göre ikili karşılaştırma yapılmış ve buna göre 7 semantik ölçekten biri seçilmiştir. Her 3 alt tedarikçinin birbirleri ile yapılan ikili karşılaştırma sonucu mantıklı olduğu için 'consistent judgements' ibaresi yer almıştır.

	upper	Karadeniz	Güneydoğu	İstanbul	lower	extreme
upper	no	strong	mod-strg	vstrg-extr	positive	v. strong
Karadeniz		no	moderate	strong	strong	strong
Güneydoğu			no	mod-strg	moderate	moderate
İstanbul				no	very weak	weak
lower					no	very weak

Şekil 9: Kalite İçin İkili Karşılaştırma

	11	10	7	9	8	Current scale	extreme
11	no	mod-extr	strong	v. strong	strg-vstr	100.00	v. strong
10		no	weak-str	strg-vstr	mod-strg	62.50	strong
7			no	positive	positive	31.25	moderate
9				no	vweak-weak	12.50	weak
8					no	0.00	very weak

Şekil 10: Teslimat İçin İkili Karşılaştırma

	Great	Good	Pleasant	Deficient	Neutral	Current scale	extreme
Great	no	weak-extr	weak-vtr	v. strong	strg-extr	100.00	v. strong
Good		no	mod-avr	vweak-strg	vtrg-extr	71.43	strong
Pleasant			no	very weak	weak	28.57	moderate
Deficient				no	positive	14.29	weak
Neutral					no	0.00	very weak

Şekil 11: İş Ortaklığı İçin İkili Karşılaştırma

**Adım 5:** Karşılaştırma yapılırken uyuşmayan bir seçim olduğunda MACBETH sisteminin verdiği uyarı Şekil 12'de gösterilmiştir. Yapılan seçim düzeltildikten sonra işleme devam edilebilmektedir.

	upper	Karadeniz	Güneydoğu	İstanbul	lower	extreme
upper	no	strong	mod-strg	vstrg-extr	positive	v. strong
Karadeniz		no	moderate	strong	strong	strong
Güneydoğu			no	moderate	weak-weak	moderate
İstanbul				no	weak-extr	weak
lower					no	very weak

Inconsistent judgements  
Suggestion 1 of 2 : 1 modification(s)

Kalite : inconsistent judgements	
Inconsistent judgements	
MACBETH has found 2 way(s),	
requiring 1 category change(s),	
to obtain consistent judgements.	
Use the "+" key or this button	
to cycle through the suggestions.	
OK	

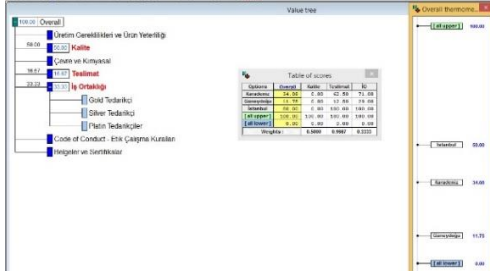
Şekil 12: İkili Karşılaştırmaların Uyuşmama Durumu

**Adım 6:** MACBETH ölçeğine göre ifade edilen tutarlı yargılar doğrusal programlama modelleri kullanılarak uygun sayısal bir ölçeğe dönüştürülmüştür. Böylece alternatiflerin ve kriterlerin ağırlıklı puanları elde edilmiştir. Şekil 13'de elde edilen sonuçlar yer almaktadır.

Options	Overall	Kalite	Teslimat	İÖ
Karadeniz	34.08	0.00	62.50	71.00
Güneydoğu	11.75	0.00	12.50	29.00
İstanbul	50.00	0.00	100.00	100.00
[ all upper ]	100.00	100.00	100.00	100.00
[ all lower ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Weights :		0.5000	0.1667	0.3333

Şekil 13: Kriter Ağırlıkları

Çıkan sonuca göre kriter ağırlıkları şu şekilde hesaplanmıştır: Kalite: 0,50; İş Ortaklığı: 0,33 ; Teslimat: 0,17. Alternatif ağırlıkları ise İstanbul:0,50; Karadeniz:0,34; Güneydoğu:0,12 olarak bulunmuş ve en iyi alt tedarikçinin İstanbul olduğu, ikinci sırada Karadeniz ve son sırada ise Güneydoğu alt tedarikçisinin yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Şekil 14'de değer ağacı üzerinde kriter ağırlıkları ile birlikte çıkan sonuçlar gösterilmiştir.



Şekil 14: Sonuç

Değer ağacında yedi adet değerlendirme kriteri yer alsa da M-MACBETH bilgisayar programının çalıştırılmasına uygun “kalite, iş ortaklığı ve teslimat” olmak üzere üç kriter belirlenerek işlemler gerçekleştirilmiştir. Diğer kriterler zaten tüm alt tedarikçiler için zorunlu olup, bu üç kriter sayısal verilerle karşılaştırmaya uygundur.

MACBETH yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları baz alınarak TOPSIS yöntemi ile de alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. TOPSIS yöntemi uygulama adımları ise aşağıdaki gibidir:

**Adım 1:** Karar matrisinin oluşturulması.

Uygulama çalışmasının yapıldığı firmanın alt tedarikçileri için oluşturduğu “Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi Değerlendirme Kriterleri” ile alt tedarikçilerine ait karne değerlerindeki veriler kullanılarak Tablo 3’deki biçimde Excel’e girilip karar matrisi oluşturulmuştur. Bu çalışmanın temel amacının belirli bir uygulayıcı firma için işletme kriterleri baz alınarak alt tedarikçi seçimi olması sebebiyle; uygulayıcı firma açısından belirlenen ağırlık değerleri önem taşımaktadır. Dolayısıyla karar matrisi oluşturulurken uygulayıcı firmanın alt tedarikçilerini belirtilen kriterler açısından değerlendirmesi sonucunda atamış olduğu ağırlık değerleri kullanılmıştır. Karnede yer alan alt tedarikçilere ait bu değerler, sadece C&A markası için geçerlidir. Zara, Bershka vs başka markalar için aynı firmalar farklı değerler alabilmektedir. Firmanın gizlilik politikası gereği “Karne Verileri” bu çalışmada verilememiştir.

Tablo 3: Karar Matrisinin Oluşturulması

	A	B	C	D
1	Ağırlık	0,5	0,33	0,17
2		Kalite	İş Ortaklığı	Teslimat
3	İstanbul	80	90	97
4	Karadeniz	80	91	93
5	Güneydoğu	95	87	80

Karar matrisinde yer alan ağırlık değerleri MACBETH yönteminden elde edilen değerlerdir. Karar matrisi oluşturulduktan sonra 2. Adım olan Normalize Matrisin elde edilmesi işlemine geçilmiştir.

**Adım 2:** Normalize matrisin elde edilmesi.

Her bir alternatife karşılık gelen karar kriter değerlerinin kareleri alınır, daha sonra her bir sütuna ait değerler toplanarak karekökü alınır ve aşağıdaki tablolar elde edilir. İlgili hücelere ait Excel formülleri Tablo 4 ‘te verilmiştir.

Daha sonra ise her bir hücre için 15 no’lu formül uygulanarak Tablo 5’de görülen Normalize matris elde edilmiştir.

$$\frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (15)$$

Tablo 4: Normalizasyon İşlemi

	A	B	C	D
6		Kalite	İş Ortaklığı	Teslimat
7	İstanbul	6400	8100	9409
8	Karadeniz	6400	8281	8649
9	Güneydoğu	9025	7569	6400
10	$\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}$	147,732867	154,7578754	156,3905368

Tablo 5: Normalize Edilmiş Matris

	A	B	C	D
11		Kalite	İş Ortaklığı	Teslimat
12	İstanbul	0,541517955	0,581553603	0,620242132
13	Karadeniz	0,541517955	0,588015309	0,594665137
14	Güneydoğu	0,643052571	0,562168483	0,511539903

**Adım 3:** Ağırlıklandırılmış normalize matrisin elde edilmesi.

MACBETH yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıkları ile normalize matris çarpılarak, Tablo 6’da görülen ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilmiştir.

Tablo 6: Ağırlıklandırılmış Normalize Matrisin Elde Edilmesi

	A	B	C	D
15		Kalite	İş Ortaklığı	Teslimat
16	İstanbul	0,270758977	0,191912689	0,105441162
17	Karadeniz	0,270758977	0,194045052	0,101093073
18	Güneydoğu	0,321526286	0,185515599	0,086961783

**Adım 4:** İdeal ve negatif ideal çözüm değerlerin elde edilmesi.

İdeal çözüm değerleri için her sütuna ait maksimum değerler dikkate alınırken negatif ideal çözüm değerleri için ise her sütuna ait minimum değerler dikkate alınır. İdeal çözüm değerleri Tablo 7’de görülmektedir.

**Tablo 7:** İdeal Çözüm Değerlerinin Elde Edilmesi

	A	B	C	D
19	İdeal Çözüm Değerleri	0,321526286	0,194045052	0,105441162

İdeal çözüm değerleri

$$A^* = \{0,321526286, 0,194045052, 0,105441162\}$$

şeklinde elde edilir.

**Tablo 8:** Negatif İdeal Çözüm Değerinin Elde Edilmesi

	A	B	C	D
20	Negatif İdeal Çözüm Değerleri	0,270758977	0,185515599	0,086961783

Negatif ideal çözüm değerleri

$$A^- = \{0,270758977, 0,185515599, 0,086961783\}$$

şeklinde elde edilir.

**Adım 5:** İdeal ve ideal olmayan noktalara olan uzaklık değerlerinin elde edilmesi.

Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş matristen İdeal çözüm değerleri çıkarılır. Tablo 9’da bu değerler gösterilmiştir.

**Tablo 9:** Ağırlıklandırılmış Matrinden İdeal Uzaklık Değerlerinin Çıkarılması

	A	B	C	D
21		Kalite	İş Ortaklığı	Teslimat
22	İstanbul	-0,050767308	-0,002132363	0
23	Karadeniz	-0,050767308	0	-0,004348089
24	Güneydoğu	0	-0,008529453	-0,018479379

Daha sonra kareleri alınarak Tablo 10’da gösterilen İdeal Uzaklıklar Tablosu elde edilir.

**Tablo 10:** İdeal Uzaklıklar Tablosu

	A	B	C	D
25		Kalite	İş Ortaklığı	Teslimat
26	İstanbul	0,00257732	0,00000441	0
27	Karadeniz	0,00257732	0	0,00001849
28	Güneydoğu	0	0,00007225	0,000341487

İdeal uzaklığın hesaplanmasında

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}$$

formülü

kullanılmaktadır. Bu durumda her bir karar kriterine ait ideal uzaklıklar, Tablo 11’de gösterilen şekilde hesaplanmıştır.

**Tablo 11:** İdeal Uzaklıkların Hesaplanması

	A	B	C	D	E	F
29		Kalite	İş Ortaklığı	Teslimat	Toplam	( $S_i^*$ )
30	İstanbul	0,00257732	0,00000441	0	0,00258173	0,050810723
31	Karadeniz	0,00257732	0	0,00001849	0,00259581	0,050949088
32	Güneydoğu	0	0,00007225	0,000341487	0,000413737	0,020340537

Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş matristen Tablo 12’de görülen negatif ideal çözüm değerleri çıkarılır.

Daha sonra kareleri alınarak Tablo 13’de gösterilen Negatif İdeal Uzaklıklar Tablosu elde edilmiştir.

**NOT:** Excel’de işlem yaparken virgülden sonra iki adet sıfır ile başlayan değerlerde hata oluşması sebebiyle kare alma işlemini yapabilmek için virgülden sonraki 4 basamak işleme alınmıştır; 0,0064 gibi.

**Tablo 12:** Ağırlıklandırılmış Matrinden Negatif İdeal Uzaklık Değerlerinin Çıkarılması

	A	B	C	D
33		Kalite	İş Ortaklığı	Teslimat
34	İstanbul	0	0,00639709	0,018479379
35	Karadeniz	0	0,008529453	0,01413129
36	Güneydoğu	0,050767308	0	0

**Tablo 13:** Negatif Uzaklıklar Tablosu

	A	B	C	D
37		Kalite	İş Ortaklığı	Teslimat
38	İstanbul	0	0,00004096	0,000341487
39	Karadeniz	0	0,00007225	0,000199693
40	Güneydoğu	0,00257732	0	0

Negatif ideal uzaklığın hesaplanmasında

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

formülü kullanılmaktadır.

Bu durumda her bir karar kriterine ait negatif ideal uzaklıklar, Tablo 14’de gösterilen şekilde hesaplanmıştır.

**Tablo 14:** Negatif İdeal Uzaklıkların Hesaplanması

	A	B	C	D	E	F
41		Kalite	İş Ortaklığı	Teslimat	Toplam	( $S_i^-$ )
42	İstanbul	0	0,00004096	0,000341487	0,000382447	0,019556264
43	Karadeniz	0	0,00007225	0,000199693	0,000271943	0,016490705
44	Güneydoğu	0,00257732	0	0	0,00257732	0,050767308

İdeal ve Negatif İdeal çözüm değerleri, Tablo 15’de gösterilmiştir.

**Tablo 15:** İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri Tablosu

	A	B
45	( $S_i^*$ )	( $S_i^-$ )
46	0,050810723	0,019556264
47	0,050949088	0,016490705
48	0,020340537	0,050767308

**Adım 6:** İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması

İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanmasında  $C_i^* = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^+}$  formülü kullanılmaktadır. Elde edilen değerler Tablo 16'da gösterilmiştir.

**Tablo 16:** Sonuç Tablosu

	A	B	C	D
49		$(s_i^-)$	$(s_i^+)$	$c_i^*$
50	İstanbul	0,050810723	0,019556264	1,050810723
51	Karadeniz	0,050949088	0,016490705	1,050949088
52	Güneydoğu	0,020340537	0,050767308	1,020340537

Hesaplamalar sonucunda en yüksek değere Karadeniz alt tedarikçisinin, ikinci sırada İstanbul alt tedarikçisinin ve son sırada ise Güneydoğu alt tedarikçisinin yer aldığı görülmektedir. Yani en iyi alt tedarikçi sıralaması Karadeniz>İstanbul>Güneydoğu şeklinde ortaya çıkmıştır [41].

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Türkiye ekonomisi ve sanayisi içinde önemli bir yere sahip olan tekstil konfeksiyon firmalarının, değişen dünya rekabet şartlarına uyum sağlamaları ve diğer firmalarla rekabet edebilmek için doğru alt tedarikçi seçiminin önemini anlamaları gerekmektedir. Tedarikçi seçiminin ürün kalitesi, zamanında teslimat, gerekli sertifikalar gibi pek çok faktör dikkate alınarak yapılması ve işverene maksimum fayda sağlayacak şekilde planlanması gerekmektedir.

Bu amaç ile İzmir'de faaliyet gösteren bir hazır giyim firmasında gerçekleştirilen bu uygulama çalışması bir tasarım sorunsalından ziyade bir değerlendirme/bir seçim prosedürünü içermektedir. Buna ilaveten, literatürde de belirtildiği gibi ÇAKV yöntemleri sonsuz sayıdaki alternatifin sözkonusu olduğu seçim problemlerine odaklanmaktadır. Bu gerekçelerle ÇAKV yöntemleri sonlu sayıda bir liste ile tanımlanan alternatifler arasından optimum olanın belirlenmesine dayanan bu çalışmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

MACBETH yöntemi ile elde edilen öncelik sıralaması İstanbul>Karadeniz>Güneydoğu biçimindedir. Öte yandan TOPSIS yöntemine göre gerçekleştirilen değerlendirme neticesinde elde edilen sıralama çok küçük bir sayısal fark ile Karadeniz>İstanbul>Güneydoğu şeklinde oluşmuştur.

TOPSIS ve MACBETH yöntemleri ile elde edilen elde edilen alternatif sıralamaları ve elde edilen sonuçların arasındaki ilişkiyi bulmak için Spearman katsayısı kullanılmasına karar verilmiştir.

Normal dağılmayan, iki sıralı değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi ölçmek amacıyla Spearman sıra korelasyon katsayısı kullanılır. Bu katsayı, -1 ile +1 arasında değer alır. Katsayı -1 ise negatif yönlü tam ilişki, +1 ise pozitif yönlü tam ilişki vardır. Eğer katsayı değeri 0 ise iki değişkenin arasında ilişki yok demektir. Katsayı mutlak değerce 1'e yaklaştıkça ilişkinin gücü artar, sıfıra yaklaştıkça ilişkinin gücü azalır. Spearman korelasyon katsayısı simetriktr. Yani, X ve Y değişkenleri karşılıklı olarak yer değiştirdiğinde korelasyon katsayısı değişmez. Korelasyon katsayısının (rho) anlamlılık düzeyi örneklem büyüklüğünden etkilenebilmektedir [42]. Spearman korelasyon katsayısı  $d_i = X_i - Y_i, i = 1, 2, \dots, n$  göstermek üzere;

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

eşitliği ile hesaplanır [43].

Yapılan hesaplamada, spearman katsayısı 0,5 olarak bulunmuş, MACBETH-TOPSIS yöntemleri arasında orta kuvvette bir ilişki olduğu görülmüştür. Böylece bu iki yöntemin birleşik olarak kullanılmasının elde edilecek sonuçların uygunluğu açısından daha güçlü sonuçlar vereceği değerlendirilmesine ulaşılabilir. yöntemler arasında farklı sonuçların çıkma sebebi her iki yöntemde kullanılan ölçüklerin farklılıkları ile de ilişkilendirilebilir.

Bu çalışmada, MACBETH yönteminin diğer ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak kriterlerin kalitatif olarak değerlendirilmesine olanak sağlamasının yanı sıra AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) gibi işlem adımları uzun olan bir ÇKKV yöntemi yerine MACBETH ile kriter ağırlıklarının daha kolay hesaplanarak kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmanın kısıtı, MACBETH yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesinde iki karar vericinin ortak görüşünü yansıtan tek bir ikili karşılaştırma matrisi ele alınmış olması ve alternatif sayısının bölgesel olarak ele alınarak üç adet ile sınırlandırılmış olmasıdır. MACBETH yöntemi uygulanmasındaki amaç, Türkçe literatüre en iyi tedarikçi çözüm problemi konusunda katkı sağlamak olup TOPSIS yönteminin uygulanmasındaki amaç ise yöntemin uygulama kolaylığı ve uygulama alanının çok geniş olmasıdır. MACBETH yöntemi ile TOPSIS yönteminin birleşik olarak uygulanması ise, Türkçe literatürde yapılan ilk

çalışmalardan biri olma özelliğini göstermektedir.

Bu çalışma sonucunda TOPSIS ve MACBETH yöntemlerinin, karşılaştırmalı değerlendirmeler yapabilmek amacıyla kalitatif olarak VIKOR, ELECTRE, PROMETHEE gibi diğer ÇKKV yöntemleriyle de birleşik olarak uygulanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Gelecek çalışmalarda alternatif ve karar vericilerin sayılarının fazlalaştırılması ile değerlendirilen veri miktarlarında da artış sağlanabilecek ve bu sayede matematiksel değerlendirmelere ilişkin yorumlar daha da geliştirilebilecektir.

### Kaynakça

- [1] Kuru A., Akın B., 2012, Entegre Yönetim Sistemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar ve Uygulamaları, Marmara Üniv. Öneri Dergisi, Cilt.10, s.129-144
- [2] Sarıkaya, M., 2013, Karar Verme Süreçleri ve Örgütsel Sessizlik', Pamukkale Üniv., Sos.Bil.Enst., Y.Lis. Tezi, Denizli
- [3] Sağır C., 2006, Karar Verme Sürecini Etkileyen Faktörler ve Karar Verme Sürecinde Etiğin Önemi: Uygulamalı Bir Araştırma, Trakya Üniv. Sos.Bil.Enst., Y.Lis.Tezi, Edirne.
- [4] Connor, P.E., Becker, B.W., 2003, Personel Value Systems and Decision-Making Styles of Public Managers. Public Personnel Management, Cilt:32, Sayı:1, s.155-180,
- [5] NasS., 2006, Gemi Operasyonlarının Yönetiminde Kaptanın Karar Verme Süreci Analizi ve Bütünleşik Bir Model Uygulanması, Dokuz Eylül Üniv., Sos.Bil.Enst, Doktora Tezi, İzmir
- [6] Arslan M., 2010, Bulanık TOPSIS Metodu İle Türk Şeker Fabrikalarının Performansının Değerlendirilmesi, Selçuk Üniv. Fen Bil.Enst., Y.Lis. Tezi
- [7] Pohekar, S.D., Ramachandran, M.,2004, Application Of Multi-Criteria Decision Making To Sustainable Energy Planning—A review", Science Direct, Renewable and Sustainable Energy Reviews Cilt., s.365–381,
- [8] Ülker,B., 2014, Bulanık Ortamda Çoklu Kriter Karar Verme Metodu: İnsansız Su Altı Aracı (Rov) Alternatif Tasarımlarından En Uygun Olanını Seçme Algoritması Ve Bir Karar Verme Yardımcı Aracı Geliştirme', Gebze Yüksek Tekn. Enst., Sos.Bil.Enst., Doktora Tezi, Gebze
- [9] Arıkan F. S.,2008, Fasoncu Seçimi İçin AHS Modelinin Bir Tekstil İşletmesine Uygulanması, Uludağ Üniv, Sos.Bil.Enst, Y.Lis. Tezi, Bursa
- [10] Aytürk,S.,2006, 'Askeri Savunma Sistemlerinde Analitik Hiyerarşi Ve Analitik Şebeke Prosesi İle Hafif Makineli Tüfek Seçimi', Gazi Üniv., Fen Bil.Enst., Y.Lis. Tezi, Ankara
- [11] Ersöz, F., Kabak, M., 2010, Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması, Savunma Bilimleri Dergisi, Cilt:9,Sayı:1, s.97-125
- [12] Erokutan,B., 2016, Mavi Yakalı Personel Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması Ve Bir Uygulama, Şeyh Edebalı Üniv, Sos.Bil.Enst, Y.Lis. Tezi, Bilecik
- [13] Wang Q., Poh,K.L. 2014, A Survey of Integrated Decision Analysis in Energy And Environmental Modeling, Energy, Cilt:77, s.691-702
- [14] Yıldırım,B.F., Önder,E., 2015, İşletmeciler Mühendisler ve Yöneticiler İçin Operasyonel, Yönetimsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Dora Yayınevi, Bursa.
- [15] Genç, T., Kabak, M., Köse, E., Yılmaz, Z., 2015.,Bireysel Emeklilik Sistemi Seçimi Problemine İlişkin Macbeth Yaklaşımı, İstanbul Üniv. İktisat Fak. Ekonometri Ve İstatistik Dergisi, Sayı:22, s.47-65
- [16] Kundakçı, N., 2016, Combined Multi-Criteria Decision Making Approach Based On Macbeth And Multi-Moora Methods, Alphanumeric Journal, Cilt.4(1) s.017–026
- [17] Ercan, E., Kundakçı,N., 2017, Bir Tekstil İşletmesi İçin Desen Programı Seçiminde ARAS ve OCRA Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Afyon Kocatepe Üniv Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:19, Sayı:1, s.83-105
- [18] Montignac, F., Noirot, I. S. Chaudourne 2009, Multi-criteria Evaluation of On-board Hydrogen Storage Technologies Using The MACBETH Approach, Int. Journal of Hydrogen Energy, Cilt.34,s.4561–4568
- [19] Rodriguez,T.C., 2014, The MACBETH Approach to Health Value Measurement: Building A Population Health Index in Group Processes, Procedia Techn. Cilt.16 s.1361–1366
- [20] Komchorrit, K., 2017,The Selection of Dry Port Location by a Hybrid CFA-MACBETH-PROMETHEE Method: A Case Study of Southern Thailand", The Asian Journal of Shipping and Logistics Cilt.33(3) s.141-153
- [21] Bana e Costa,C.A., Chagas,M.P.,2002, A Career Choice Problem: An Example Of How To Use MACBETH To Build A Quantitative Value Model Based On Qualitative Value Judgements, The London School of Eco. and Pol. Sci., Working Paper No: LSEOR 02.53,1-16
- [22] Lopes, D.F., Bana e Costa, C.A., Oliveira,M.D., Morton,A.,2014, Using MACBETH With The Choquet Integral Fundamentals To Model Interdependencies Between Elementary Concerns In The Context Of Risk Management", 3rd Int.Conf. On Operations Res. and Enterprise Systems, 2014-03-06 - 2014-03-08, Eseo
- [23] Roszkowska, E. 2014,The Macbeth Approach For Evaluation Offers In Ill-Structure Negotiations Problems, Optimum. Studia Ekonomiczne Nr 5 s.71
- [24] Karande, P., Chakraborty, S., 2013, Using MACBETH Method For Supplier Selection in Manufacturing Environment, Int. Jour. of Ind. Engineering Comp., Cilt.4,s.259–272
- [25] Karaatlı, M., Ömürbek, N., Köse, G., 2014, Analitik Hiyerarşi Süreci Temelli TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri İle Futbolcu Performanslarının Değerlendirilmesi, Dokuz Eylül Üniv., İkt.veld.Bil.Fak. Dergisi, Cilt:29, Sayı:1, s.25-61
- [26] Yılmaz, M., Ballı, S., 2016, Veri Şifreleme Algoritmalarının Kullanımı İçin Akıllı Bir Seçim Sistemi Geliştirilmesi, Uluslararası Bilgi Güvenliği Mühendisliği Dergisi, Cilt:2, No:2, s.18-28
- [27] Kutlu, B.S., Abalı, Y. A.,Eren, T., 2012, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Seçmeli Ders Seçimi, Kırıkkale Üniv Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:2 Sayı: 2, 1-25
- [28] Acar, E., Güner, M.,2014, Bir Konfeksiyon İşletmesinde Anahtar Müşterinin TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Metodu Kullanılarak Belirlenmesi, XIII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Semp., 137-145
- [29] Özer, A., Öztürk, M.,Kaya, A. 2010, İşletmelerde Etkinlik ve Performans Ölçmede VZA, Kümeleme ve TOPSIS Analizlerinin Kullanımı: IMKB İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama" Atatürk Üniv, Sos.Bil.Enst Dergisi, Cilt:14 Sayı:1, 233-260
- [30] Ghosh, A., Majumdar,A., Alam, S., 2012, Selection of Raw Materials In Textile Spinning Industry Using ELECTRE, Ind. Eng. Jour., Cilt:5(6), s.6-15

- [31] Gündüz,H., Güler,M.E., 2015, Termal Turizm İşletmelerinde Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri Kullanılarak Uygun Tedarikçinin Seçilmesi, Dokuz Eylül Üniv, İkt.ve İd.Bil.Fak.Dergisi, Cilt:30(1), s.203-222
- [32] Supçiller,A., Çapraz,O., 2011, AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması, Ekonometri ve İstatistik Dergisi, Sayı:13, s.1-22
- [33] Yakıt,O., 2017, Kalite Fonksiyon Göçeriminde Kullanılan Nihai Sıralama Yönteminde Üç Nihai Sıralama Değerinin Birer Tamsayı Şeklinde Çıkmamasının TOPSIS Yöntemi ile Çözümlemesi, Sakarya İktisat Dergisi Cilt 6, Sayı 2, s.17-40
- [34] Eş,A.,Çobanoğlu,C., 2017, TOPSIS Yöntemiyle Şirket Performans Sıralaması İçin Bir Çerçeve: Demir Çelik Sektöründe Bir Uygulama”, C.Ü. İkt. ve İdari Bil. Dergisi, Cilt 18(2), s. 249-268
- [35] Karande,B., Chakraborty, S., 2014, A Facility Layout Selection Model Using MACBETH Method. Int Conf. on Industrial Engineering and Operations Management, January 7 – 9, Indonesia, s.18.
- [36] Kabalak, İ., Baysal, M. E., Sarucan, A., Engin, O., 2016, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi ve MACBETH Tekniğinin Bir Firmada Uygulaması”, Uluslararası Katılımlı Üretim Araştırmaları Semp., 12-14 Ekim, s. 664-669
- [37] Büyüközkan, M., ERP Danışman Firma Seçiminde FUZZY ANP VE FUZZY TOPSIS Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Yıldız Teknik Üniv, Fen Bil.Enst, Y.Lis. Tezi, 2011, S.66.
- [38] Demirci, F., 2017, Entropi Tabanlı TOPSIS Yöntemiyle Borsa İstanbul'da İşlem Gören Futbol Kulüplerinin Sportif, Finansal ve Finansal Fair Play Performanslarının Karşılaştırmalı Analizi, Bartın Üniv., Sos.Bil.Enst, Y.Lis.Tezi, Bartın
- [39] Aydın, Y., 2017, Küresel Kriz Çerçevesinde Katılım Bankalarının ve Ticari Bankaların Mali Performanslarının TOPSIS Yöntemiyle Analizi, Hitit Üniv., Sos.Bil.Enst, Y.Lis.Tezi, Çorum
- [40] Uzun, S.,2015, Gemi İnşa Sürecinde Ana Makine ve Jeneratör Seçimi: AHP, TOPSIS ve PROMETHEE Uygulaması, Gebze Teknik Üniv., Sos.Bil.Enst, Y.Lis.Tezi, Gebze
- [41] Cevizci, D.K., 2019, Konfeksiyon İşletmelerinde Tedarikçi Seçiminin Çok Kriterli Karar Destek Sistemleri Yardımıyla Analizi, Dokuz Eylül Üniv., Fen Bil.Enst,
- [42] Tekstil Müh. ABD, Y.Lis.Tezi, İzmir Karagöz, Y., 2010, İlişki Katsayıları ile Öğrenci Başarısını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi, Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:9, No:32, s. 425-446.
- [43] Tuğran, E., 2015, Bazı Korelasyon Katsayılarının 1.Tip Hata ve Testin Gücü Bakımından Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniv., Fen Bil. Enst, Y.Lis.Tezi, Çanakkale.