



## ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMİ VE HEDEF PROGRAMLAMA TEKNİKLERİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

<sup>1</sup>Emir Hüseyin ÖZDER, <sup>2</sup>Tamer EREN

<sup>1</sup>Başkent Üniversitesi, Ticari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, ANKARA

<sup>2</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, KIRIKKALE

<sup>1</sup>[ehozder@baskent.edu.tr](mailto:ehozder@baskent.edu.tr), <sup>2</sup>[teren@kku.edu.tr](mailto:teren@kku.edu.tr)

(Geliş/Received: 27.07.2015 ; Kabul/Accepted in Revised Form: 04.03.2016 )

**ÖZ:** Sert pazar koşullarının etkisini her fırsatta gösterdiği günümüzde, firmaların amacı bu zor koşullara direnip, doğru kararlar vermektir. Verilmek istenen doğru kararlardan biri de firma için uygun olan tedarikçinin seçimidir. Tedarikçi seçimi problemi, en basit ifade ile malzemelerin kimden ve ne kadar alınacağını belirlemek olarak tanımlanabilir. Firmalar, faaliyetlerini sürdürebilmek adına birçok tedarikçi firmayla çalışmak zorundadırlar. Tedarikçi firmaların bir grup adayın içinden seçilmesi zor bir karar problemidir. Bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Problemi çözmek için hedef programlama tekniği kullanılmıştır. Ölçütlerin ağırlıklarını belirlemek için Analitik Ağ Süreci yönteminden yararlanılmıştır. Analitik Ağ Süreci yönteminde 4'ü ana, 12'si alt ölçüt olmak üzere toplam 16 ölçüt satın alma departmanı uzmanları tarafından belirlenmiştir. Sonrasında SuperDecisions 2.2.6 programından yararlanılarak analitik ağ süreci için gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Belirlenen ölçütler ışığında kurulan model LINGO 14.0 programı yardımıyla çözülmüştür ve firma için uygun tedarikçiler belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Analitik ağ süreci (AAS), Hedef programlama (HP), Tedarikçi seçimi, Çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV)

### Supplier Selection with in Multi Criteria Decision Making Method and Goal Programming Techniques

**ABSTRACT:** In crucial market conditions, companies try to resist and make some true choices about decision problems. One of the desired right decisions is the selection of appropriate supplier for the company. Within the simple statement, supplier selection problem can be defined as determining to buy from whom and how much. Companies must work with lots of suppliers to continue their activities. Selection of the suppliers in a group of candidate firms is a difficult decision problem. In this study, the supplier selection problem is discussed, which is operating in the automotive production sector. Goal Programming technique is used to solve the problem. Analytic Network Process (ANP) methods have been used to determine the weights of the criteria. In ANP calculations, 16 different criteria are defined under 4 main criteria and 12 sub-criteria by a team of purchasing department specialist. After that, SuperDecision 2.2.6 is used for making ANP calculations. In the light of these results, the structured model is solved by the help of LINGO 14.0 and best suppliers are verified for the company.

**Key Words:** Analytic network process (ANP), Goal programming (GP), Multi criteria decision making (MCDM), Supplier selection

## GİRİŞ (INTRODUCTION)

Rekabet koşullarının sertleştiği günümüz pazar koşullarında, firmaların birlikte çalışacakları tedarikçileri seçme süreci bir karar verme problemi haline almıştır. Firmalar faaliyet gösterdikleri sürece her aşamada karar verme süreçleriyle karşı karşıya kalmışlardır. Karar verme süreçlerinden en zorlarından birisi de alternatifler içerisinde en uygununun seçimidir. Tedarikçi seçim probleminde genelde birden fazla ve birbiriyle çelişen kriterler dâhil olduğundan alışıl gelmiş seçim süreçlerinin uygulanması yetersiz kalmaktadır. Tedarikçi seçim problemi genel hatlarıyla bir karar verme problemidir. Her yapılan çalışmanın ana hedefi; firmanın ihtiyaçlarını eksiksiz karşılayan firmanın en düşük maliyetle seçilmesidir. Bu çalışmanın temelde iki ana hedefi vardır. İlki, tedarikçi seçim problemi ile ilgili literatürde anlatılan yöntemler ışığında uygulamanın yapılacağı işletmenin problem ve çözüm yaklaşımını incelemek, diğeri ise çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden olan Analitik Ağ Süreci (AAS) yaklaşımıyla işletme için alternatif tedarikçiyi önermek ve bulunan sonuçlar ışığında bu değerleri Hedef Programlama modeline entegre etmektir.

Analitik Ağ Süreci, Saaty tarafından geliştirilmiş olan bir Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemidir. Analitik Ağ Süreci, karar verici kişinin değer yargılarını da modele dâhil edebilen bir karar verme süreci sağlamaktadır. Verilen kararların doğru olabilmesi için önemli somut veya soyut etmenlerin de incelenmesi gerekmektedir. Analitik Ağ Süreci karmaşık yapıları içinde barındırabilen ve hesaplama yapabilen bir çözüm yöntemidir.

Çalışmada kullanılan diğeri bir yöntem olan Hedef Programlama (HP) ise günümüzde yaygın olarak kullanılan çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biridir. Hedef Programlamanın amacı birbiri ile çelişen çok sayıdaki hedefin arasından uygun sonuçlara ulaşabilme arzusudur. Hedef Programlama optimal sonuçlarla ilgilenmez. Hedef Programlamanın asıl ilgilendiği kısım hedeflerin makul ölçüde tutturulmasıdır.

Çalışmada tedarikçi seçim ve değerlendirme problemine farklı bir bakış açısı sunulmuş ve tedarikçi seçimi için karar verici kişilere destek olunmaya çalışılmıştır. Tedarikçi seçiminde bütün kriterleri tam olarak kapsayan bu çalışma, tedarikçi değerlendirme konusunda farklı bakış açıları arayan bir otomotiv firması için yol gösterici olmaktadır. Firmanın tedarikçi seçimi için belirlediği kriterler sayıca fazla ve birbiriyle çelişen durumlar içermektedir. Bu sebeple yapılması planlanan tedarikçi seçimi için bilimsel yöntemlerin kullanılması gerekliliği mevcuttur.

## LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

Sarkis ve Talluri (2002), çalışmalarında doğru tedarikçi seçiminin önemine vurgu yapmışlardır. Yanlış tedarikçi seçiminin firmalara ne gibi zararlar doğuracağı konusuna da değinmişlerdir. Karar verme sürecinde somut ve soyut etmenleri de dâhil ettikleri modeli Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi yardımıyla çözmüşlerdir. Kocakalay ve diğ. (2004), otomotiv sektöründe bir uygulama çalışması yapmışlardır. Yazarlar yaptıkları çalışmada AAS yöntemi kullanarak otomotiv firmaları için pazar payı tahmini gerçekleştirmişlerdir. Bu tahmini gerçekleştirmeden önce otomotiv piyasasında etkisinin olduğunu düşündükleri bazı kriterleri belirlemişlerdir ve hesaplamaları buna göre yapmışlardır. Demirtaş ve Üstün (2004) çalışmalarında AAS yöntemi kullanarak bir firma için en iyi tedarikçinin kim olduğuna karar vermeye çalışmışlardır. Yazarlar kurdukları modelde kârı maksimize etmek isterken aynı zamanda birtakım etmenleri de minimize etmek istedikleri için Hedef Programlama yöntemi kullanmışlardır. Cheng ve Li (2005), çalışmalarında inşaat sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçilerinin sunduğu projeler arasından seçim problemini modellemek için AAS yöntemini kullanmışlardır. Modelde 6 temel kriter ve 19 alt kriteri dikkate alarak 6 proje içerisinde en iyi projeyi seçmişlerdir. Keçeci (2006), çalışmasında AAS yöntemi kullanarak bir firma için uygun tedarikçiyi seçmiştir. Çalışmada yazar, en iyi tedarikçileri seçebilmek ve hedeflerden sapmayı en aza indirecek şekilde bir uygulama yapmıştır. Keçeci, tedarikçi seçim probleminin karmaşık yapılı olması, çok ölçütlü olması, geri bildirim, karşılıklı etkileşimler ve bilhassa çok fazla niteliksel ölçütü içermesi sebebiyle

yöntem olarak Analitik Ağ Süreci kullandığını belirtmiştir. Kasirian ve Yusuff (2009), çalışmalarında tedarikçi seçim kriterlerini belirlemek için AAS yöntemi kullanmışlardır. Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren üç şirketten 16 tane karar vericinin katıldığı çalışmada, tedarikçi seçimi için en önemli 6 temel kriter ve 22 alt kriter belirlenmiştir. Moeinzadeh ve Hajfathaliha (2009), çalışmalarında tedarik zinciri yönetimi fonksiyonları için risk değerlendirmesi yapmışlardır ve bunu yaparken AAS yöntemi kullanmışlardır. Bulanık mantık ve bulanık VIKOR yöntemlerini birbirlerine entegre ederek tedarik zinciri yönetim fonksiyonları için risklerini değerlendirmeye yönelik bir model oluşturmuşlardır. Tedarikçi seçiminde Razmi ve Rafiei (2010), çalışmalarında problemlerine AAS ve karma tamsayılı doğrusal olmayan programlama yöntemlerini entegre etmişlerdir. Supçiller ve Çapraz (2011), tedarikçi seçim problemi çalışmalarında sıkça bahsedilen maliyet, teslimat ve hizmet kalitesi gibi ana kriterleri kullanarak AHP ve TOPSİS yöntemlerini bir araya getirmiş ve tedarikçi seçimi yapmışlardır. AHP ve TOPSİS adımlarını uygularken bilgisayar programlarından yararlanmışlardır ve sonunda firma için uygun tedarikçiyi seçmişlerdir. Baynal ve Yüzügüllü (2013), çalışmalarında günümüzdeki hızlı teknolojik gelişmelerin ve küreselleşmenin rekabeti arttırdığını ve bu durumun da işletmeleri daha kaliteli, daha düşük maliyetli ve zamanında ürün/hizmet üretmeye zorladıklarını söylemişlerdir. Bu nedenle tedarikçilerin performanslarının değerlendirilerek en uygun tedarikçi seçiminin önemli bir problem olduğuna vurgu yapmışlardır. Çakın (2013), tedarikçi seçiminde AAS ve ELECTRE yöntemlerini bir arada kullanmıştır. Yazar makine sektöründe faaliyet gösteren bir firma için 5 ana 15 alt kriter belirlemiş ve AAS ile bu kriterleri ağırlıklandırmıştır. Daha sonra ise ELECTRE yöntemi ile 12 tedarikçi içinden firma için uygun olan tedarikçinin seçimi yapılmıştır. Özbek ve Eren (2013), çalışmalarında Analitik Ağ Süreci yöntemi kullanarak model geliştirmişlerdir ve bir firma için uygun üçüncü parti lojistik firması seçimi yapmışlardır. Gökbek (2014), tedarikçi seçiminin birçok faktörü göz önüne almayı gerektiren ve meşakkatli bir süreç olduğundan bahsetmiştir. İşletmelere tedarikçi seçim süreci problemlerine çözüm oluşturmak adına AHP, TOPSİS ve ELECTRE yöntemlerinin bir arada kullanıldığı bir model oluşturup bir elektronik firmasında uygulama gerçekleştirmiştir. Bu çalışma, diğerlerinden farklı olarak çok ölçütlü karar verme yöntemi ile bir doğrusal programlama türevi tekniğini birleştirmiştir. Diğer çalışmalar sadece çok ölçütlü karar verme teknikleri ile çözüme ulaşmıştır ve çoğu çalışma gerçek hayat uygulaması yapmamıştır.

## METODOLOJİ (METHODOLOGY)

Problemde ağırlıkları bulmak için kullanılacak AAS yönteminin uygulama aşaması şu şekildedir (Saaty, 2001; Dağdeviren ve diğ., 2006):

- 1 - Karar Verme Probleminin Belirlenmesi
- 2 - Ölçütlerin Birbirleri İle Olan İlişkilerin Belirlenmesi
- 3 - Ölçütler Arası İkili Karşılaştırmaların Yapılması
- 4 - Karşılaştırma Matrislerinin Tutarlı Olup Olmadığına Bakılması
- 5 - Süper Matrislerin Sırayla Oluşturulması
- 6 - En İyi Alternatifin Belirlenmesi ve Seçimi

Problemi çözmek için kullanılacak hedef programlamada amaç kriterinin doğrudan maksimize veya minimize edilmesi yerine hedefler arasındaki sapmalar minimize yapılmaya çalışılır. Doğrusal programlamada yer alan bu gibi sapmalar "Aylak Değişkenler" olarak isimlendirilirken, hedef programlamada bu sapmalar yeni bir anlam kazanırlar. Sapma değişkenler pozitif ve negatif yönde sapmalar şeklinde iki boyutta gösterilir. Amaç fonksiyonu sadece bu sapma değişkenlerden oluşturulur.

### Değişkenler:

$X_j$  : j. Karar değişkeni

$a_{ij}$  : i. hedefin j. karar değişkeni katsayısı

$b_i$  : i. hedef için ulaşılmak istenen değer

$d_i^+$  : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$  : i. hedefin negatif sapma değişkeni

Genel gösterim ise şu şekildedir (Saaty, 1977);

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^m (d_+^i + d_-^i) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + d_+^i + d_-^i = b_i \quad (2)$$

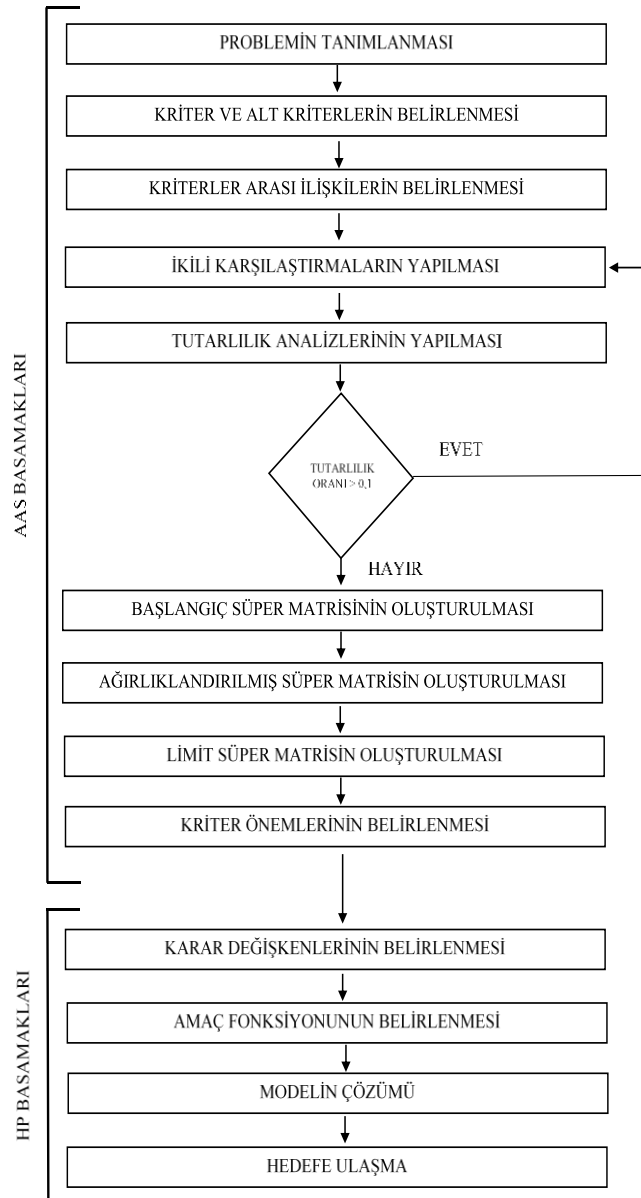
$$d_i^+ * d_i^- = 0 \quad x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad i = 1 \dots m \quad j = 1 \dots n$$

Aynı anda hem pozitif sapma hem de negatif sapma meydana gelemeceğinden sapan değişkenlerin en az bir tanesinin veya her ikisinin de sıfır olması gerekmektedir. İstenmeyen sapan değişkenlerin belirlenmesinden sonra hedef programlama formülasyonu yapılır. Bu değişkenler içerisinde yalnızca bir tanesi karar verici tarafından minimize yapılmak istenir (Charnes ve Cooper, 1955; Tamiz ve diğ. 1999).

#### UYGULAMA (APPLICATION)

Uygulama, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilmiştir. İşletme otomotiv sektöründe yıllardan bu yana faaliyet göstermektedir. Türkiye genelinde 1000 kişiden fazla çalışanı olan firmanın araç üretiminde kullandığı en önemli parçalardan birisi de Araç Ön Camı'dır. İşletme bu malzemeyi dışardan tedarik etmektedir. Daha sonra ise araçlarına montajını gerçekleştirmektedirler. Araçlar için hayati önem taşıyan Ön Cam malzemesi için seçim uygulaması bu çalışmada ele alınmıştır. Firma için önemli olan dört tedarikçi (T1, T2, T3, T4) arasından ön cam malzemesi için seçim yapılacak ve bu seçim ışığında belirli kısıtlar altında hedef programlama yöntemi firma için uygulanacaktır. AAS yöntemi için hesaplamalar yapılırken Microsoft Excel paket programı 2013 sürümünden ve Super Decisions programının 2.2.6 sürümünden faydalanılmıştır. Hedef Programlama kısmında oluşturulan model ise LINGO programının 14.0 sürümü ile çözdürülmüştür. Hedef programlama çözümler eşit önemde çoklu hedef yöntemi ve ağırlıklandırma yöntemlerine göre ayrı ayrı yaptırılmıştır ve sonuca ulaşılmıştır. Uygulamada kullanılacak yöntemlerin basamakları ayrıntılı olarak Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'de yer alan basamaklar izlenerek en iyi tedarikçi seçilmeye çalışılmıştır. Bu basamaklar aşağıda ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır.

Literatürde tedarikçi seçimi ile ilgili çok sayıda çalışmanın olduğundan daha önceki bölümlerde bahsedilmiştir. Uzun uğraşlar sonucu literatüde var olan bu kriterlerden 24 tanesi seçilmiştir (Özder ve Eren, 2015b). Yapılan seçim sonrasında elde bulunan bu seçim kriterleri, firmanın satın alma, lojistik, satış sonrası hizmetler ve mühendislik departmanlarında bulunan uzmanların ve mühendislerin de görüşü alındıktan sonra azaltılarak 4 ana kriter ve 12 alt kriter halinde incelenmesine karar verilmiştir (Özder, 2015), (Özder ve Eren., 2015c). Bu kriterler belirlenirken firmanın ihtiyaçları olan kriterler de modele dahil edilmiştir (Özder ve diğ., 2015a). Bu kriterlerin belirlenmesi için uzmanlarla beraber anket doldurulmuştur. Belirlenen kriterler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Analitik Ağ Süreci hesaplamaları sonrası elde edilen limit süper matris tablosu Çizelge 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. AAS ve hedef programlama yöntemleriyle tedarikçi seçim problemi

Figure 1. Supplier selection with analytic network process and goal programming

Çizelge 1. Uygulama kapsamında belirlenen tedarikçi seçim kriterleri

Table 1. Supplier selection criteria with in the application

ANA KRİTERLER	ALT KRİTERLER
KALİTE (K)	1. Ürün Performansı (ÜP)
	2. Standartlar (S)
	3. Üretim Tecrübesi (ÜT)
FİRMA DERECELENDİRMESİ (FD)	4. Güvenilirlik Skoru (GS)
	5. Birlikte Çalışma Süresi (BÇS)
	6. Lokasyon (L)
	7. Fiyat (F)
	8. İtibar (İ)
ESNEKLİK (E)	9. Teslimat Esnekliği (TE)
TERMİN SÜRESİ (TSÜ)	10. Ürün Miktarı Esnekliği (ÜME)
	11. Zamanında Teslimat (ZT)
	12. Dağıtım Ağı Yaygınlığı (DAY)



Tedarikçi seçim probleminde kriterler belirlendikten sonra, alt kriterler ve ana kriterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi gereklidir. Bu noktada uzmanlar ile birlikte iç ve dış bağımlılıklar saptanmıştır ve aşağıdaki görülen ağ yapısı oluşturulmuştur. Bu ağ yapısındaki okların anlamı etkileyen kümeden etkilenen kümeyedir. Örnek vermek gerekirse Kalite kriteri Firma Derecelendirmesi kriterini etkilemektedir. Yine aynı şekilde Termin Süresi kriteri Esneklik kriterini etkilemektedir. Alternatifler ise doğal olarak tüm kriterlerden etkilenmektedir. AAS uygulama basamaklarında daha önceden bahsedile tutarlılık oranları hesaplamaları da matrisler oluşturulduktan sonra yapılmıştır. İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranları hesaplanmış, değerler 0,10 değerinin altında olduğu tespit edilmiştir.

Örnekle ilgili olarak her bir kümenin ilgili ağırlık matrisi hesaplanmıştır. Küme ağırlık matrisindeki küme kesişimlerinde bulunan hücredeki ağırlık değeri, ağırlıklandırılmamış matristeki küme değerlerinin bulunduğu hücre değerleri ile çarpılır ve ağırlıklandırılmış süper matris elde edilir. Ağırlıklandırılmış süper matrisin aynı satıra karşılık gelen sütun değerlerinin birbirine eşit olana kadar kuvvetinin alınması ile limit matris elde edilir. Limitlendirilmiş süper matris bize hangi alternatifin iyi alternatif olduğunu verir. Limitlendirilmiş matris alternatiflerin aldığı değerlerin normalleştirilmesi ile alternatiflerin gerçek ağırlığını buluruz.

**Çizelge 3 - AAS yöntemiyle elde edilen sonuç**

*Table 3. Result of analytic network process*

Alternatifler	Limit Değerleri	Gerçek Değerleri	Sıralama
T1	0.03005	0,15686172	2
T2	0.11382	0,59414313	1
T3	0.02866	0,14960589	3
T4	0.01904	0,09938926	4
<b>Toplam</b>	0,19157		

Tedarikçilerin en iyi sıralaması için şu sonuç elde edilmiştir: T2 birinci, T1 ikinci, T3 üçüncü ve T4 tedarikçisi ise sonuncu olmuştur. Eldeki verilere göre bulunan değerler, beklenen değerlerdir. Uzmanlara göre de elde edilen sonuç mantıklı ve beklenen bir sonuçtur.

**Eşit Önemde Çoklu Hedef Yöntemi İle HP Çözümü** (*Calculation with Equally Impotance to Goal Programming (GP)*)

Uygulamanın bu bölümünde, AAS ile hesaplanan sonuçlar kısıtlar arasına dâhil edilip hedef programlama modeli kurulacaktır. Modelin kurulmasında göz önüne alınması gereken birtakım kısıtlar vardır. Bu kısıtlar şunlardır:

- Kapasite Kısıtı
- Satın Alma Maliyeti Kısıtı
- Kalite Kontrol Süresi Kısıtı
- AAS Öncelikleri Kısıtı
- Tedarik Süresi Kısıtı
- Taşıma Maliyeti Kısıtı
- Hatalı Ürün Ortalaması Kısıtı
- İade/Değişim Maliyeti Kısıtı

Firma alımlarını haftalık periyotlarda yapmaktadır. Buna göre haftalık talep miktarı maksimum 300 adettir. Haftalık toplam satın alma maliyetine harcayacağı para miktarı 15.000 Euro'dur. Haftalık gelen malzemeleri kontrol etmek için ayrılan kalite kontrol süresi 20 saattir. Her tedarikçiden gelen ürünü kontrol etmek için geçen süre az da olsa farklılık göstermektedir. Bunun sebebi ise tedarikçilerin ürünleri farklı ambalaj ve koruma şekilleriyle firmaya ulaştırmış olmasıdır. Bu iş için 9 işçi ayrılmıştır. 9 işçi bir günde yaklaşık 1,5 saati geçkin çalışarak işi 20 saatte bitirebilmektedir. Tedarikçilerden istenen

ürünlerin firma eline ulaşması için geçen maksimum sürenin verileri de gösterilmiştir. Bazı tedarikçilerden alınan ürünler yapılan anlaşma sebebiyle taşıma maliyetleri ortaklaşa karşılanmaktadır. Bazı tedarikçiler ise taşıma maliyetlerini kendileri karşılamaktadır. Firmanın bu maliyet için gözden çıkardığı maksimum tutar 5000 Euro'dur. Gönderilen ürünlerin hatalı olmasıyla ilgili tutulan istatistiki veri ise Çizelge 5'de gösterilmiştir. Firma, 1000 üründe maksimum 3 ürünün hatalı olabilmesine tolerans göstermektedir. Tedarikçiden satın alınmış bir ürünü iade etmek ya da değiştirmek için harcanan tutarlar ile ilgili bilgiler ise aşağıda verilmiştir. Bu tutarın 400 Euro'yu geçmesi istenmemektedir. Modelin kurulması ile ilgili kullanılacak parametreler Çizelge 4'de verilmiştir.

**Çizelge 4.** Kurulan modelin parametreleri

*Table 4. Parameters of the model*

Kısıtlar	T1 Tedarikçisi	T2 Tedarikçisi	T3 Tedarikçisi	T4 Tedarikçisi
Üretim Kapasitesi (Haftalık)	550	600	525	400
<i>Satın Alma Maliyeti (£)</i>	10.000	14.550	7.200	7.000
Kontrol Süresi (saat)	17	20	15	14
AAS Öncelikleri	0,15686172	0,59414313	0,14960589	0,09938926
Maksimum Gecikmeli Tedarik Süresi (Gün)	6	3	4	5
Taşıma Maliyeti (£)	4240	0	0	3750
Hatalı Ürün Ortalaması (1000 Ürün Bazında)	1,448	1,0998	3,3847	3,4586
İade/Değişim Maliyeti (£)	320	275	401	398

Yukarıda tanımlanan kısıtları kısaca açıklamak gerekirse; kapasite, tedarikçilerden herhangi birine malzeme siparişi verildiğinde ilgili tedarikçiden alınabilecek maksimum miktarı belirtir. Sipariş verme maliyeti ise tedarikçiye siparişin verilmesi durumunda ödenmesi gereken maliyeti belirtir. Kontrol süresi ise ilgili tedarikçiden gelen ürünlerin gerekli kalite kontrolleri yapmak için gerekli olan süreyi göstermektedir. AAS öncelikleri ise AAS yöntemi uygulanarak hesaplanan ve her bir tedarikçi için ayrıca elde edilen öncelik skorlarını vermektedir. Tedarikçiden alınan ürünün firmaya ulaşması için geçen maksimum süre belirtilmiştir. Yani ilgili tedarikçiden alınan ürün en geç bu süre zarfında firmaya ulaşır. Ürünleri firmaya getirmek için harcanan taşıma maliyetleri tedarikçilere göre farklılık göstermektedir. Hatalı ürün verilerine değinmek gerekirse bu veriler 2 yıllık sipariş verme süresi zarfında gelen ürünlerdeki hatalı ürün verilerine dayanmaktadır. En sonuncu veri ise iade ya da değişim için harcanan tutarların verisidir. İlgili parametreler ile kurulan model şu şekildedir:

*Parametreler:*

- ❖  $x_1 = T1$  Tedarikçisi,  $x_2 = T2$  Tedarikçisi,  $x_3 = T3$  Tedarikçisi,  $x_4 = T4$  Tedarikçisi
- ❖ Kapasite Kısıtı =  $(d_1)$ 
  - Pozitif Sapmalı Değişken  $(d_1^+)$  = Kapasite sınırının ne kadar aşıldığını gösterir.
  - Negatif Sapmalı Değişken  $(d_1^-)$  = Kapasite sınırının ne kadar altında kaldığını gösterir.
- ❖ Satın Alma Maliyeti Kısıtı =  $(d_2)$ 
  - Pozitif Sapmalı Değişken  $(d_2^+)$  = Satın Alma Maliyet sınırının ne kadar aşıldığını gösterir.
  - Negatif Sapmalı Değişken  $(d_2^-)$  = Satın Alma Maliyet sınırının ne kadar altında kaldığını gösterir.
- ❖ Kalite Kontrol Süresi Kısıtı =  $(d_3)$ 
  - Pozitif Sapmalı Değişken  $(d_3^+)$  = Kontrol Süresi sınırının ne kadar aşıldığını gösterir.
  - Negatif Sapmalı Değişken  $(d_3^-)$  = Kontrol Süresi sınırının ne kadar altında kaldığını gösterir.
- ❖ AAS Öncelikleri Kısıtı =  $(d_4)$



- Pozitif Sapmalı Değişken ( $d_4^+$ ) = AAS Öncelikleri sınırının ne kadar aşıldığını gösterir.
- Negatif Sapmalı Değişken ( $d_4^-$ ) = AAS Öncelikleri sınırının ne kadar altında kaldığını gösterir.
- ❖ Maksimum Gecikmeli Tedarik Süresi Kısıtı = ( $d_5$ )
  - Pozitif Sapmalı Değişken ( $d_5^+$ ) = Tedarik Süresi sınırının ne kadar aşıldığını gösterir.
  - Negatif Sapmalı Değişken ( $d_5^-$ ) = Tedarik Süresi sınırının ne kadar altında kaldığını gösterir.
- ❖ Taşıma Maliyeti Kısıtı = ( $d_6$ )
  - Pozitif Sapmalı Değişken ( $d_6^+$ ) = Taşıma Maliyeti sınırının ne kadar aşıldığını gösterir.
  - Negatif Sapmalı Değişken ( $d_6^-$ ) = Taşıma Maliyeti sınırının ne kadar altında kaldığını gösterir.
- ❖ Hatalı Ürün Değerleri Kısıtı = ( $d_7$ )
  - Pozitif Sapmalı Değişken ( $d_7^+$ ) = Hatalı Ürün sınırının ne kadar aşıldığını gösterir.
  - Negatif Sapmalı Değişken ( $d_7^-$ ) = Hatalı Ürün sınırının ne kadar altında kaldığını gösterir.
- ❖ İade/Değişim Maliyeti Kısıtı = ( $d_8$ )
  - Pozitif Sapmalı Değişken ( $d_8^+$ ) = İade/Değişim Maliyeti sınırının ne kadar aşıldığını gösterir.
  - Negatif Sapmalı Değişken ( $d_8^-$ ) = İade/Değişim Maliyeti sınırının ne kadar altında kaldığını gösterir.

*Amaç Fonksiyonu:*

$$\text{Min } Z = d_1^- + d_2^+ + d_3^+ + d_4^- + d_4^+ + d_5^+ + d_6^+ + d_7^+ + d_8^+$$

*Kısıtlar:*

$$\begin{aligned} 250 x_1 + 300 x_2 + 225 x_3 + 200 x_4 + d_1^- - d_1^+ &= 300 && \text{(Talep Kısıtı)} \\ 10.000 x_1 + 14.450 x_2 + 7.200 x_3 + 7000 x_4 + d_2^- - d_2^+ &= 15.000 && \text{(Satın Alma Maliyeti Kısıtı)} \\ 17 x_1 + 20 x_2 + 15 x_3 + 14 x_4 + d_3^- - d_3^+ &= 20 && \text{(Kontrol Saati Kısıtı)} \\ 0,15686172 x_1 + 0,59414313 x_2 + 0,14960589 x_3 + 0,09938926 x_4 + d_4^- - d_4^+ &= 1 && \text{(AAS Kısıtı)} \\ 6 x_1 + 3 x_2 + 4 x_3 + 5 x_4 + d_5^- - d_5^+ &= 5 && \text{(Tedarik Süresi Kısıtı)} \\ 4240 x_1 + 3250 x_4 + d_6^- - d_6^+ &= 5000 && \text{(Taşıma Maliyeti Kısıtı)} \\ 1,448 x_1 + 1,0998 x_2 + 3,3847 x_3 + 3,4586 x_4 + d_7^- - d_7^+ &= 3 && \text{(Hatalı Ürün Kısıtı)} \\ 320 x_1 + 275 x_2 + 401 x_3 + 398 x_4 + d_8^- - d_8^+ &= 400 && \text{(İade/Değişim Kısıtı)} \end{aligned}$$

$x_i = 0$  veya 1 (Tedarikçiyi seçme ya da seçmeme durumu)

$$i = 1, 2, 3, 4 \quad d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad i = 1, 2, 3, 4$$

Kurulan modelin çözülmesiyle, mevcut kısıtlar altında T1, T2, T3 ve T4 tedarikçilerinden T2 tedarikçisine sipariş açılmasının uygun olduğu görülmüştür.

### Ağırlıklandırma Yöntemi İle HP Çözümü (*Calculations with Weighted GP*)

Ağırlıklandırma yöntemine göre kısıtların birbirlerine göre ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir.  $W_i$  değerleri firma uzmanları ve mühendislerinin verdiği değerlerden oluşmuştur. Hedefler, kısıtların aşılmaması olarak belirlenmiştir. Kısıtların birbirlerine göre önem sıralaması şu şekildedir:

- Satın alma maliyeti kısıtı, diğer kısıtlara oranla 4 kat daha önemlidir.
- Talep kısıtı, satın alma maliyeti kısıtını yarısı kadar önemlidir.
- Tedarik süresi kısıtı, kontrol süresi kısıtından 2 kat daha önemlidir.
- Geriye kalan diğer kısıtların birbiri ile aynı önem derecesine sahip olduğu söylenmiştir.

*Amaç Fonksiyonu:*

$$\text{Min } Z = W_1 (G_1) + W_2 (G_2) + W_3 (G_3) + W_4 (G_4) + W_5 (G_5) + W_6 (G_6) + W_7 (G_7) + W_8 (G_8)$$

$$\text{Min } Z = 2d_1^- + 4d_2^+ + 2d_3^+ + (d_4^- + d_4^+) + d_5^+ + d_6^+ + d_7^+ + d_8^+$$

*Kısıtlar:*

$$\begin{aligned} 250 x_1 + 300 x_2 + 225 x_3 + 200 x_4 + d_1^- - d_1^+ &= 300 && \text{(Talep Kısıtı)} \\ 10.000 x_1 + 14.450 x_2 + 7.200 x_3 + 7000 x_4 + d_2^- - d_2^+ &= 15.000 && \text{(Satın Alma Maliyeti Kısıtı)} \\ 17 x_1 + 20 x_2 + 15 x_3 + 14 x_4 + d_3^- - d_3^+ &= 20 && \text{(Kontrol Saati Kısıtı)} \\ 0,15686172 x_1 + 0,59414313 x_2 + 0,14960589 x_3 + 0,09938926 x_4 + d_4^- - d_4^+ &= 1 && \text{(AAS Kısıtı)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
6x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 5x_4 + d_5^- - d_5^+ &= 5 && \text{(Tedarik Süresi Kısıtı)} \\
4240x_1 + 3250x_4 + d_6^- - d_6^+ &= 5000 && \text{(Taşıma Maliyeti Kısıtı)} \\
1,448x_1 + 1,0998x_2 + 3,3847x_3 + 3,4586x_4 + d_7^- - d_7^+ &= 3 && \text{(Hatalı Ürün Kısıtı)} \\
320x_1 + 275x_2 + 401x_3 + 398x_4 + d_8^- - d_8^+ &= 400 && \text{(İade/Değişim Kısıtı)} \\
x_i &= 0 \text{ veya } 1 \text{ (Tedarikçiyi seçme ya da seçmeme durumu)} \\
i &= 1, 2, 3, 4 && d_i^-, d_i^+ \geq 0 \quad i=1, 2, 3, 4
\end{aligned}$$

Kurulan modelin çözülmesiyle, mevcut kısıtlar altında T1, T2, T3 ve T4 tedarikçilerinden yine sadece T2 tedarikçisine sipariş açılmasının uygun olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak elde edilenler özetlenirse,

- ✓ AAS ile T2
- ✓ Hedef Programlama (Eşit Önem) ile T2,
- ✓ Hedef Programlama (Ağırlıklandırma) ile T2 tedarikçisi ile çalışılması sonucuna ulaşılmıştır.

## SONUÇ (CONCLUSION)

Uygulama kapsamında öncelikle firmanın satınalma müdürü ile birebir görüşme yapılmış ve daha sonra satınalma mühendisleri ve lojistik uzmanlarında oluşan 6 kişilik bir ekip ile çalışılmaya başlanmıştır. Tedarikçi seçmeden önceki ilk aşamada tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi için daha önce literatürde kullanılan kriterler çalışma ekibine sunulmuş ve seçim kriterleri oluşturulmuştur. 4 ana kriter ve 12 alt kriter olmak üzere tedarikçi seçimi için önemli kriterler belirlenmiştir. Tedarikçi seçimi için kriterler belirlendikten sonra ana kriter ve alt kriterler arasındaki ilişkileri ortaya koyan ağ yapısı oluşturulmuştur. Ağ yapısının oluşturulmasının ardından ağda yer alan birbirleriyle ilişkili öğelerin ikili karşılaştırmalarının yapılması amacıyla anket formatında sorular hazırlanmış ve çalışma ekibinin ortak fikri alınarak bu anket cevaplanmıştır. Ağ yapısının oluşturulmasında ve ikili karşılaştırma matrislerinin elde edilmesinde SuperDecision programından faydalanılmıştır. Tüm veriler programa girildikten sonra kriter ağırlıklarına ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. tedarikçi seçim kriterleri AAS yöntemi ile belirlenmiştir. Sonrasında ise en iyi tedarikçinin kim olduğunu belirlemeye çalışmak adına karar matrisi oluşturulmuştur. AAS'nin son adımında limit matristen elde edilen veriler ışığında en iyi tedarikçi seçilmiş ve diğer tedarikçilerin kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. AAS yöntemi ile ulaşılan sonuçlara bakıldığında, firma için en uygun tedarikçi T2 tedarikçisi olmuştur.

Sonraki aşamada çalışmanın hedef programlama hesaplamalarına geçilmiştir. Hedef programlama hesaplamaları yapılırken iki farklı algoritma kullanılmıştır. Bunlar; Eşit Önemde Çoklu Hedef Yöntemi ve Ağırlıklandırma Yöntemidir. Eşit önemde çoklu hedef yönteminde belirlenen hedeflere önem düzeylerine dikkat edilmemektedir. Bütün hedefler eşit önemdedir. Ağırlıklandırma yönteminde ulaşılmak istenen hedeflere önem derecelerine göre ağırlık puanları atanarak hedefler tek bir amaç fonksiyonu üzerinde ifade edilir. Her algoritmaya uygun biçimde ayrı ayrı hesaplamalar yapılmıştır ve tedarikçiler için belirlenen hedefler çerçevesinde sonuca ulaşılmıştır.

Literatürde yapılan çalışmaların çözüm yöntemleri sadece kalitatif ya da sadece kantitatif teknikler olduğu için sonuçların kıyaslanmasının olasılığı ortadan kalkmaktadır. Ancak bu çalışmada hem kalitatif hem de kantitatif yöntemler birlikte kullanıldığı için bulunan sonuçların birbirleri ile kıyası mümkündür. Bu çalışmada, son yıllarda önemli olduğu herkes tarafından kabul edilen tedarik zinciri yönetiminin önemli bir konusu olan ve firmaların rekabet gücünü önemli ölçüde etkileyen tedarikçi seçim kararı için bütünlük bir yaklaşım önerilmiş ve önerilen yaklaşımın gerçek işletme verileri ile birleştirilmiş halinin sonuçları gösterilmeye çalışılmıştır. Firmalar tedarikçi seçim kararlarında AAS-Hedef Programlama bütünlük yaklaşımını kullanabilirler. Ayrıca kurulan bu modelin, üretim yeri seçimi, makine seçimi, vb. birçok alanda kullanılabileceği de düşünülmektedir. İleriki çalışmalarda başka çok ölçütlü karar verme tekniklerinin bu modelle entegrasyonu yapılabilir ve genişletilebilir.

**KAYNAKLAR (REFERENCES)**

- Baynal, K. ve Yüzügüllü, E. , 2013, "Tedarik Zinciri Yönetiminde Analitik Ağ Süreci İle Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Vol. 42, (1): pp. 77-92.
- Charnes, A., Cooper, W.W., 1955, "Goal programming and multipleobjective optimizations", European Journal of Operational Research I, pp. 39-54.
- Cheng, E.W.L. ve Li, H., 2005, "Analytic Network Process Applied to Project Selection", Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 131(4), pp. 459-466.
- Çakın, E., 2013, Tedarikçi Seçim Kararında Analitik Ağ Süreci (AAS) ve ELECTRE Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Dağdeviren, M., Dönmez, N. ve Kurt, M., 2006, "Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Vol. 21, (2), pp. 247-255.
- Demirtaş, A.E., Üstün Ö., 2004, "Tedarikçi Seçimi ve Sipariş Tahsisinde Analitik Serim Süreçleri ve Hedef Programlama Yaklaşımı", Yöneylem Araştırması, Endüstri Mühendisliği – XXIV Ulusal Kongresi, Gaziantep-Adana, 15-18 Haziran, 21-26.
- Gökbek, B., 2014, Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımlarına Dayalı Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kasirian, M.N., Yusuff, R.M., 2009, "Determining Interdependencies Among Supplier Selection Criteria", European Journal of Scientific Research, Vol. 35(1), pp. 76-84.
- Keçeci. U., 2006, "Tedarikçi Seçim Probleminde Analitik Ağ Süreci", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kocakalay Ş., Özdemir M., Sağır ve Işık A., 2004, "Analitik Serim Süreci İle Pazar Payı Tahmini". YA/EM XXIV. Ulusal Kongresi, Çukurova-Adana.
- Moeinzadeh, P., Hajfathaliha, A., 2009, "Combined Fuzzy Decision Making Approach to Supply Chain Risk Assessment". World Academy of Science Engineering and Technology, Vol. 60, pp. 519-535.
- Özbek A., Eren T. , 2013, "Analitik Ağ Süreci Yaklaşımıyla Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firma Seçimi", Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Vol. 27 (1), pp. 95-113.
- Özder, E.H., 2015, Tedarikçi Seçiminde Analitik Ağ Süreci ve Hedef Programlama Tekniklerinin Entegrasyonu: Örnek Olay Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- Özder, E.H., Eren T., Çetin, S.Ö., 2015a, "Supplier selection with TOPSIS and goal programming methods: A case study", 19th International Research/Expert Conference "Trends in the Development of Machinery and Associated Technology TMT 2015, Barcelona, Spain 22-23 July.
- Özder, E.H., Eren T., 2015b, "Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Entegrasyonu: Örnek Bir Uygulama", Uluslararası Katılımlı Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İzmir, 14-16 Ekim 2015.
- Özder, E.H., Eren, T., 2015c, "Tedarikçi Seçiminde Analitik Ağ Süreci ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Entegrasyonu: Örnek Bir Çalışma", 16. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması Ve İstatistik Sempozyumu, Edirne, 07-12 Mayıs 2015.
- Razmi, J., Rafiei, H., 2010 "An Integrated Analytic Network Process with Mixed-Integer Non-linear Programming to Supplier Selection and Order Allocation", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 49, pp. 1195-1208.
- Saaty, T.L., 1977, The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill Inc., New York, 1980.
- Saaty, T.L., 2001, Decision Making with Dependence and Feedback The Analytic Network Process, Second Edition, RWS Publications, Pittsburg.
- Sarkis J., Talluri S., 2002, "A Model For Strategic Supplier Selection", The Journal of Supply Chain Management, Vol. 38 (1), pp. 18-28.
- Supçiller, A.A., Çapraz, O., 2011, "AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçim Uygulaması", İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi, Vol. 13, pp. 1-22.

Tamiz, M., Mirrazavi, S.K., Jones, D.F., 1999, "Extensions of Pareto efficiency analysis to Integer Goal Programming", *Omega*, Vol. 27, (2), pp. 179-188.