



## Çok Ölçütlü Karar Verme İle Demontaj Hattı Dengeleme

### A Disassembly Line Balancing with Multicriteria Decision Making

Neşet BEDİR<sup>1</sup>, Hacı Mehmet ALAĞAŞ<sup>1</sup>, Tamer EREN<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Kırıkkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71450 KIRIKKALE

Başvuru/Received: 29/08/2016

Kabul/Accepted: 16/11/2016

Son Versiyon/Final Version: 15/01/2017

#### Öz

Dünyadaki gelişmelerle birlikte atıklarda hızlı bir şekilde artmaktadır. Atıklar doğru değerlendirildiğinde ekonomik olarak bir getirisi olurken, yanlış değerlendirildiğinde ülkeler için hem ciddi bir sorun hem de maddi bir kayıptır. Atıkların geri dönüştürülmesi için kurulan tesislerde sökme işlemi yapılarak işe yarar parçalar ayrıştırılabilmektedir. Bu çalışmada elektronik atıkların geri dönüştürülmesi sürecinde montaj işleminin tersi olan demontaj işleminin yapıldığı demontaj hatlarının dengelenmesi ele alınmıştır. Zaman faktörü de göz önüne alarak çeşitli kriterlere göre ideal parça söküm sırası belirlenmiştir. Problemin çözümünde söküm sırasının belirlenmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve PROMETHEE yöntemleri kullanılmıştır. AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiştir. PROMETHEE yöntemi ile alt parçaların söküm sırası belirlenmiştir.

#### Anahtar Kelimeler

“AHP, PROMETHEE, demontaj hattı dengeleme, çok kriterli karar verme”

#### Abstract

Waste is increasing rapidly because of developments in the world. It would be economic return when the waste assesses truly, but when it is not assess, it is a financial loss as well as a serious problem for countries. Useful parts can be separated at the recycling facility in disassembly process. In this study, a disassembly line balancing problem is considered. The disassembly line is a part of recycling process on which parts are separated to subparts in stations. Ideal disassembly orders of pieces are determined by various criteria and also a time factor is taken into account. AHP and PROMETHEE methods that are multi-criteria decision-making methods are used to solve problem for determining disassembly orders. Weights of criteria are determined with AHP and subparts' disassembly orders are obtained with PROMETHEE.

#### Key Words

“AHP, PROMETHEE, disassembly line balancing, multicriteria decision making”

## 1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerde son yıllarda çevreye duyarlı üretim ve ürün geri kazanımı yeni yasal düzenlemeler ve tüketicinin farkındalığının artması ile ayrı bir önem kazanmıştır. Bununla birlikte, ürünlerin, alt montajların veya parçaların atılması yerine yeniden kullanılmasının maddi getirisi bu çabayı daha da arttırmıştır (McGovern, S. M., & Gupta, S. M., (2007)). Demontaj ise değerli parça, alt montajların ve malzemelerin kullanılmış ürünlerden çıkarılması ile malzeme ve ürün geri kazanımında önemli bir rol oynamaktadır (Gupta, S. M., & Taleb, K.N., (1994)). Demontaj operasyonlarında ürünün bir ya da birden fazla parçasına olan talebi karşılamak için ürünün bir kısmı demonte edilebilirken, ürünün tüm parçalarına talep olması durumunda ise hepsi demonte edilebilir. Demontaj sistemlerinde karşılaşılan ciddi sorunlardan biri parçaların ve alt montajların talepleri ile demontajlarından elde edilen miktar arasındaki farklılıklardan kaynaklanan stok problemleridir (McGovern, S. M., & Gupta, S. M., (2007)). Ayrıca, geri dönen ürünler bazen iyi bir şekilde ve kısmen yeni gibi olabilirken, bazen de fonksiyonlarını yitirmiş ve eski olabilir. Bu nedenle ürün ve alt parçaları kalite açısından yüksek derecede belirsizlik içerir (Güngör, A. andGupta, S.M., (1999)).

Literatürde atıkların geri dönüşüm ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Hsu vd. (Hsu, C. H., Wang, F. K., & Tzeng, G. H. (2012)) en verimli geri dönüştürülebilir malzeme yapacak karışımı belirlemek için çok kriterli karar verme yöntemlerinden ANP (Analitik Ağ Süreci) ve VICOR ile melez bir yöntem önermişlerdir. Özceylan (Özceylan, E. (2013)) çalışmasında tersine lojistik ve kapalı döngü tedarik zinciri problemleri ile demontaj hattı dengeleme problemlerini entegre etmişlerdir. Yeh ve Xu (Yeh, C. H., & Xu, Y. (2013)) çalışmalarında en iyi kurumsal sürdürülebilirlik performansını sağlayacak geri dönüşüm faaliyetlerini planlamamak için, çok kriterli karar verme yönteminden faydalanmışlardır. Vinodh vd. (Vinodh, S., Prasanna, M., & Prakash, N. H. (2014)) çalışmalarında çeşitli plastik geri dönüşüm süreçleri arasından en iyi plastik geri dönüşüm yöntemini AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak belirlemişlerdir ve mekanik geri dönüşüm sürecinde en iyi sürecin plastik geri dönüşüm süreci olduğunu tespit etmişlerdir. Wibowo ve Deng (Wibowo, S., & Deng, H. (2015)) elektronik atık geri dönüşüm sürecinde performans değerlendirmesi yapmak için çok kriterli karar verme yöntemlerinden yararlanmışlardır.

Literatürde çeşitli problemlerde AHP ve PROMETHEE yönteminin beraber kullanıldığı yazınlarda mevcuttur. Bedir vd. (Wibowo, S., & Deng, H. (2015)) üçüncü parti lojistik firma seçiminde, Bedir ve Eren (Bedir, N., Eren, T., (2015)) özel bir tekstil firmasında işe alınacak personelin seçiminde, Bedir vd. (Bedir, N., Özder, E. H., Eren, T., (2016)) Kırıkkale Üniversitesi'nde enstitüye alınacak öğrencilerin seçiminde, Özder vd. (Özder, E. H., Bedir, N., Eren, T., (2016)) akademik personel seçiminde AHP-PROMETHEE yöntemlerini beraber kullanmışlardır.

Montaj sürecinde, birçok parçanın birleşerek tek bir parça haline geldiği "birleşen" akış süreçleri ile ilgilenirken, demontajda bir ürünün birçok alt montaja ve parçaya ayrıldığı ayrılan akış süreçleri ile ilgilenilir. Sökülecek parçaların hangi sıra ile söküleceği birçok kriterler dikkate alınarak belirlenebilir. Bu problemde olduğu gibi karar verme süreçlerinde birçok kriterin dikkate alınması gereken problemlerin çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Problemleri (ÇKKV) kullanılabilir. Çalışmamızda demonte edilecek parçaların sırasını belirlemek için çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır. Belirlenen kriterlerin önem dereceleri AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış, alternatif parçalar PROMETHEE yöntemiyle sıralanmıştır.

Çalışmanın planı şu şekildedir. İkinci bölümde demontaj hattı dengeleme problemi anlatılmıştır. Üçüncü bölümde çok kriterli karar verme yönteminden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde yapılan uygulama anlatılmıştır. Çalışmanın son bölümü olan beşinci bölümde elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

## 2. DEMONTAJ HATTI DENGELEME PROBLEMİ

Demontaj işlemi bir ürünün kendisini oluşturan parçalardan planlı bir şekilde ayrılması, başka bir deyişle tersine montaj olarak tanımlanırken; Demontaj Hattı Dengeleme problemi, demontaj işlemi belirli bir sisteme göre istasyonlara iş atarken işler arasındaki öncelik ilişkilerinin sağlanması ve bir etkinlik ölçütünün optimize edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Güngör, A. andGupta, S.M., (1999)). Demontaj işlemi teknolojinin gelişmesi ve yeni yasalarla birlikte elektronik atıklar konusunda da önem arz etmektedir. Çağımızın en önemli ihtiyaçları olan elektronik aletlerde bunlardan biridir. Elektronik aletler önceleri kullanım sonrası tamir görünürken, değişen sistemde yeniyeye eğilimden dolayı tamir edilmeden atılmaktadır. Durum böyle olunca elektronik atıklar çok ciddi bir problem arz etmektedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı, Dünya çapında yaklaşık 20-50 milyon ton arasında elektronik atık oluştuğunu ve yıllık artış miktarının diğer atıklardan 3 kat daha fazla olduğunu belirtmiştir (Çiftlik, S., Handırı, İ., Beyhan, M., Akçıl, A. U., Ilgar, M., Gönüllü, M. T. (2009)).

Demontaj hattı, demontaj sürecinin uygulanmasını kolaylataca şekilde ve ürünlerin özelliklerine bağlı olarak oluşturulmalıdır. Demontaj hattı dengeleme sürecinde sökülecek parçalar arasındaki öncelik ilişkileri dikkate alınmalıdır. Montaj hattı dengelemede bir işi yapabilmek için o işin öncülü olan tüm işler tamamlanmış olmalıdır.

“Ve” öncelik ilişkisi: Eğer a ve b tamamlanmadan c işine başlanamıyor. ise Şekil 1’de görüldüğü gibi, a ve b işleri c işinin “Ve” tipi öncülüdür (Karadağ, A., A., (2012))

Şekil 1. “Ve” öncül ilişkisi

### 3. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Çok kriterli karar verme yöntemleri değişik türden problemlere çözüm bulmaktadır. Bu çalışmada da çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve PROMETHEE yöntemleri kullanılmıştır.

#### 3.1. AHP Yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir (Saaty, T. L., (1990)). Analitik Hiyerarşi Süreci; alternatif karar noktasını birden çok kriteri baz alarak değerlendirdiğinden ve bu yapıyı hiyerarşi ile görsel olarak da sunabildiğinden anlaşılması ve uygulanması oldukça kullanışlı kılmaktadır. Analitik Hiyerarşi Sürecinin adımları aşağıda verilmiştir (Saaty, T. L., (2000)):

Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Adım 2: Önceliklerin Belirlenmesi

Adım 3: İkili Karşılaştırma Matrisi ve Çözümü

Adım 4: Normleştirme ve Görelî Önem Ağırlıkları

Adım 5: Tutarlılık Oranının Hesaplanması

Adım 6: Nihai Sıranın Belirlenmesi

#### 3.2. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE Brans (Brans, J. P., & Vincke, P. (1985)) tarafından geliştirilmiş birçoklu karar verme yöntemidir. Yöntem karar noktalarının sırasını, PROMETHEE I (kısmi sıralama) ve PROMETHEE II (tam sıralama) ana aşamalarıyla belirler. PROMETHEE yöntemi karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalarına dayanır. Ancak diğer çoklu karar verme yöntemlerinden temel farkı, değerlendirme faktörlerinin birbirleri arasında ilişki düzeyini gösteren önem ağırlıklarının yanı sıra, her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini de dikkate almasıdır.

PROMETHEE yöntemi, diğer çok kriterli karar verme metodları ile uygulama ve kapsam açısından karşılaştırıldığında gerçek değerler ile ifade edilebilen çok sayıda kriter için uyarlanabilir basit bir yöntemdir. PROMETHEE yöntemi 7 adımdan oluşmaktadır (Dagdeviren, M., & Eraslan, E. (2008)).

**Adım 1: Veri Matrisinin Oluşturulması:** Öncelikle belirlenen  $w$  ağırlıkları ve  $k$  kriterleri kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesine ilişkin veri matrisi, Tablo 1'deki gibi oluşturulur.

Tablo 1. Veri Matrisi

		Değerlendirme Faktörleri				
		$f_1$	$f_2$	$f_3$	...	$f_k$
Karar Noktaları	A	$f_1(A)$	$f_2(A)$	$f_3(A)$	...	$f_k(A)$
	B	$f_1(B)$	$f_2(B)$	$f_3(B)$	...	$f_k(B)$
	C	$f_1(C)$	$f_2(C)$	$f_3(C)$	...	$f_k(C)$
	...	...	...	...	...	...
Ağırlıklar	$w_i$	$w_1$	$w_2$	$w_3$	...	$w_k$

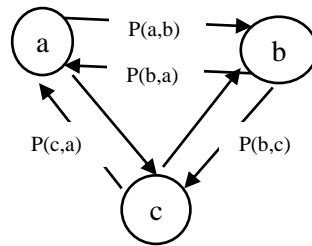
**Adım 2: Kriterler için tercih fonksiyonların tanımlanması:** PROMETHEE yönteminin ikinci adımında diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden farklı olarak kullanılan 6 farklı tercih fonksiyonu Tablo 2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Tercih fonksiyonları

Tip	Parametreler	Fonksiyon	Grafik, $p(x)$
Birinci Tip (olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & \forall x \leq 0 \\ 1, & \forall x \geq 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-tipi)	$l$	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x \geq l \end{cases}$	
Üçüncü Tip (V-tipi)	$m$	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	$q, p$	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q+p \\ 1, & x > q+p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Lineer)	$s, r$	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x-s)/r, & s < x \leq s+r \\ 1, & x > s+r \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	$\sigma$	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$	

**Adım 3: Ortak tercih fonksiyonlarının belirlenmesi:** Alternatifler için belirlenen ortak tercih fonksiyonları Şekil 2’de verilmiş olup a ve b alternatifleri için ortak tercih fonksiyonu eşitlik (1) kullanılarak oluşturulur.

$$P(a,b) = \begin{cases} 0 & , f(a) \leq f(b) \\ p[f(a) - f(b)] & , f(a) > f(b) \end{cases} \quad (1)$$



**Şekil 2.** Ortak tercih fonksiyonlarının şematik gösterimi

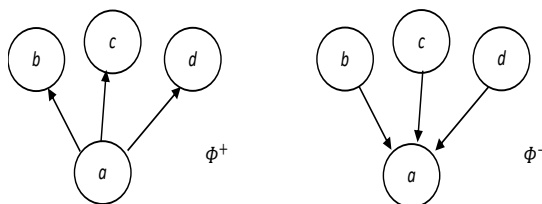
**Adım 4: Tercih indekslerinin belirlenmesi:** Ortak tercih fonksiyonlarından hareketle her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir ve w ağırlığına sahip olan k kriter tarafından değerlendirilen a ve b alternatiflerinin tercih indeksi eşitlik (2) ile hesaplanır.

$$\pi(a, b) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i * P_i(a,b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (2)$$

**Adım 5: Alternatifler için pozitif ( $\Phi^+$ ) ve negatif ( $\Phi^-$ ) üstünlükler belirlenmesi:** A alternatifi için pozitif ve negatif üstünlük şematik olarak Şekil 3’de gösterilmiş olup pozitif üstünlük Eşitlik 3, negatif üstünlük ise eşitlik (4) ile hesaplanır.

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(a, b) \quad (3)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum \pi(b, a) \quad (4)$$



**Şekil 3.a** alternatifi için hesaplanan pozitif ve negatif üstünlük

**Adım 6: PROMETHEE I ile alternatifler için kısmi önceliklerin belirlenmesi:** Kısmi öncelikler alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilme durumlarının, birbirinden farksız olan alternatiflerin, birbirleriyle karşılaştırılmayacak olan alternatiflerin belirlenmesini sağlar. a ve b gibi iki alternatif için kısmi önceliklerin belirlenmesinde aşağıda verilen durumlar söz konusudur. Aşağıdaki üç koşuldaki biri sağlanıyorsa, a alternatifini b alternatifine tercih edilir.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (5)$$

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (6)$$

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (7)$$

Aşağıda verilen koşul sağlanıyor ise a alternatifini b alternatifine farksızdır.

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (8)$$

Aşağıdaki iki koşuldaki herhangi biri sağlanıyor ise, a alternatifini b alternatifine karşılaştırılmaz.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) > \Phi^-(b) \quad (9)$$

$$\Phi^+(a) < \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (10)$$

**Adım 7: PROMETHEE II ile alternatifler için tam önceliklerin belirlenmesi:** Aşağıdaki eşitlik yardımıyla her bir alternatif için tam öncelikler hesaplanır. Hesaplanan tam öncelik değerleri ile bütün alternatifler aynı düzlemde değerlendirilerek tam sıralama belirlenir.

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (11)$$

a ve b gibi iki alternatif için hesaplanan tam öncelik değerine bağlı olarak aşağıda verilen kararlar alınır.

$\Phi(a) > \Phi(b)$  ise, a alternatifini daha üstündür,

$\Phi(a) = \Phi(b)$  ise, a ve b alternatifleri farksızdır.

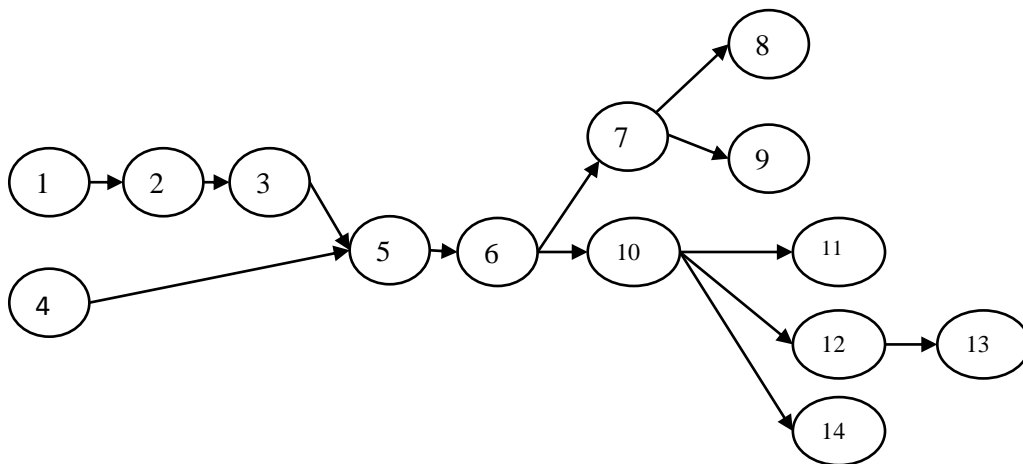
#### 4. UYGULAMA

Bu çalışmada klima iç ünite demontajı problemi ele alınmıştır. Klima demontajında göz önünde bulundurulacak kriterlerin ağırlıkları AHP yöntemiyle belirlenmiştir. Belirlenen ağırlıklar ve teknolojik öncelik diyagramı dikkate alınarak alternatif klima parçalarının söküm sırası PROMETHEE yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Klima demontaj parçaları Tablo 3’de gösterilmektedir.

**Tablo 3.** Klima parçaları

KLİMA PARÇALARI			
1	Filtre kapağının çıkartılması	8	Gösterge sökümü
2	Filtrenin çıkartılması	9	Salınım kanat motorlarının sökümü
3	Hava girişi üst ızgarası	10	Ana kart sökümü
4	Bağlantı klemense kapağı	11	Isı sensörü sökümü
5	Kanat altı vidaların sökümü	12	Evaporatör sökümü
6	Üst kapağın çıkartılması	13	Evaporatör fanı sökümü
7	Salınım kanatçıklarının sökümü	14	Klima Motoru sökümü

Klima demontajı teknolojik öncelik diyagramı Şekil 4’de gösterilmektedir.



**Şekil 4.** Görevler arası öncelik diyagramı

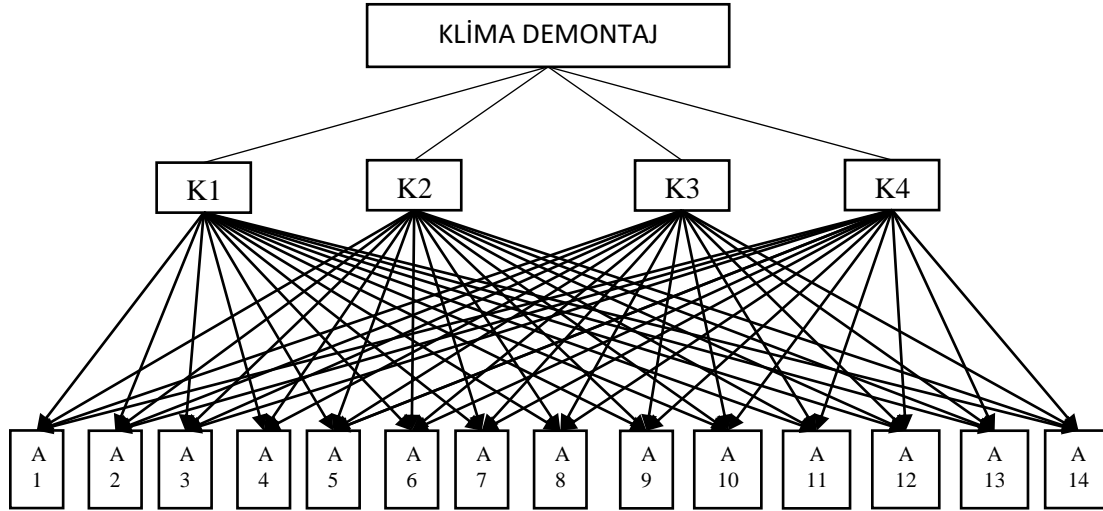
Problemin çözümünde dikkate alınan kriterler literatürdeki çalışmalardan ve klima teknisyeninden alınan bilgiler ışığında Tablo 4’de gösterildiği gibi belirlenmiştir.

**Tablo 4.** Kriterler

KRİTERLER	
<b>K1</b>	YÜKSEK GETİRİSİ OLAN PARÇALARA ÖNCELİK VERMEK
<b>K2</b>	ÖNCE İLK PARÇALARI SÖKMEK
<b>K3</b>	ÇOK TALEP EDİLENLERE ÖNCELİK VERMEK
<b>K4</b>	SÖKME SÜRESİ KISA OLANA ÖNCELİK VERMEK

#### 4.1. AHP ile Çözümü

Klima demontajı için oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 5' de gösterilmektedir.

**Şekil 5.** Hiyerarşik yapı

AHP yöntemiyle kriter ağırlıklarının belirlenmesi için yapılan ikili kriter karşılaştırması Tablo 5'de gösterilmektedir.

**Tablo 5.** Kriterlerin ikili karşılaştırılması

	K1	K2	K3	K4
K1	1,000	4,000	1,000	4,000
K2	0,250	1,000	0,250	0,167
K3	1,000	4,000	1,000	0,250
K4	0,250	5,988	0,714	1,000

AHP yöntemi sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Kriter ağırlıkları

$w_i$		
<b>0,436</b>	$\lambda_{max}$	4,144
<b>0,070</b>	CI	0,038
<b>0,263</b>	RI	0,9 (n=4)
<b>0,231</b>	CR	0,042<0,1 (tutarlı)

#### 4.2. PROMETHEE Çözümü

Alternatif klima parçalarının kriterlere göre aldıkları değerler Tablo 7'de gösterilmektedir.

**Tablo 7.** Alternatiflerin kriterler karşısında aldıkları değerler

	K1	K2	K3	K4
A1	3	3	1	12
A2	30	3	3	15
A3	10	4	2	12
A4	5	3	1	8
A5	2	4	1	10
A6	10	5	3	10
A7	25	4	3	40
A8	8	1	3	35
A9	80	1	5	70
A10	65	5	5	55
A11	9	1	3	30
A12	80	3	4	45
A13	40	1	2	15
A14	90	1	5	40
$w_i$	0,436	0,070	0,263	0,231
Mak/Min	mak	mak	mak	min
Fonks.	5. tip	3. tip	3. tip	3. tip

AHP yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları dikkate alınarak PROMETHEE yöntemi ile klima parçaları Tablo 8'deki gibi sıralanmıştır. Çevrim süresi 70 saniye olarak belirlenmiştir. Hat dengelemesi normal bir şekilde yapıldığında 7 tezgâh kullanılarak atıl süre 93 saniye olarak belirlenmiştir. Tablo 8'de elde edilen sıralama dikkate alınarak hat dengelendiğinde aynı şekilde 7 tezgâh kullanılarak hat dengelenmiştir. Ancak Kriterlerin dikkate alınması parçaların sökölme sırasında değişikliklere sebep olmaktadır.

**Tablo 8.** PROMETHEE sonucu

	$\Phi^+$	$\Phi^-$	$\Phi_{net}$
A14	0,6048	0,0485	0,5563
A10	0,5862	0,1006	0,4855
A12	0,4970	0,0275	0,4695
A9	0,5712	0,1896	0,3816
A2	0,3402	0,2224	0,1178
A7	0,3224	0,2284	0,0940
A13	0,3028	0,2635	0,0393
A6	0,1437	0,2955	-0,1518
A3	0,0615	0,3157	-0,2542
A11	0,0708	0,3439	-0,2732
A8	0,0640	0,3439	-0,2799
A4	0,0447	0,4276	-0,3829
A1	0,0447	0,4444	-0,3997
A5	0,0447	0,4470	-0,4023

## 5. SONUÇ

Tüketim alışkanlıklarının değişmesiyle birlikte atık sayılarında her geçen gün ciddi artışlar yaşanmaktadır. Atıkların toplanması, bertarafı ve en önemlisi geri kullanımı önem arz etmektedir. Atıkların geri kullanımı için sökme hatlarının verimli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Çalışmamızda buradan ilham alarak ÇKKV yöntemlerinden AHP ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak klima demontajındaki parçaların söküm sırasının belirlenmesi hedeflemiştir. Tablo 8’de gösterilen PROMETHEE öncelik sıralaması ve Şekil 4’deki teknolojik öncelik diyagramı dikkate alınarak klima demontajı gerçekleştirilirse sıralama 4-1-2-3-5-6-10-14-12-7-9-13-11-8 şeklinde belirlenmiştir. Yapılan çalışma işlerin aynı tezgâhlarda yapılabileceği varsayımı altında çözülmüştür. İleride yapılacak çalışmalarda iş öğelerinin özelliğine göre tezgâh ataması yapılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

Bedir, N., Özder, E. H., Eren, T., (2016). Course Selection with AHP & PROMETHEE Methods for Post Graduate Students: An Application in Kirikkale University Graduate School of Natural and Applied Sciences. The 3rd International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA 2016) in Hong Kong, during April 28-30.

Bedir, N., Eren, T., (2015). AHP-PROMETHEE Yöntemleri Entegrasyonu ile Personel Seçim Problemi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama. Social Sciences Research Journal,4 (4), 46-58, 2015.

Bedir N., Özder E.H., Eren T. (2015). The Third Party Logistics Firm Selection Using Of AHP-PROMETHEE Methods. XIII.International Logistics and Supply Chain Congress 22-23 October 2015, Izmir, Turkey.

Brans, J. P., & Vincke, P. (1985). Note—A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making).Management science, 31(6), 647-656.

Çiftlik, S.,Handırı, İ., Beyhan, M., Akçil, A. U., Ilgar, M., Gönüllü, M. T. (2009). Elektrikli ve Elektronik Atıkların (E-Atık) Yönetimi, Ekonomisi ve Metal Geri Kazanım Potansiyeli Bakımından Değerlendirilmesi. Türkiye’de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu, 1-8.

Dagdeviren, M., & Eraslan, E. (2008). Supplier selection using PROMETHEE sequencing method. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 23(1), 69-75.

Gupta, S. M., & Taleb, K.N., (1994). Zamanlama sökme. Üretim Araştırmaları Dergisi , 32 (8), 1857-1866.

Güngör, A. andGupta, S.M., (1999). Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey, Computers and Industrial Engineering, 36 (4), 811–853.

Hsu, C. H.,Wang, F. K., &Tzeng, G. H. (2012). The best vendor selection for conducting the recycled material based on a hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR. Resources, Conservation and Recycling, 66, 95-111.

Karadağ, A., A., (2012). Paralel İstasyonlu Çok Amaçlı Demontaj Hattı Dengeleme Problemi, Doktora Tezi, Gazi Üniveristesi, Ankara.

McGovern, S. M., & Gupta, S. M., (2007). A balancing method and genetic algorithm for disassembly line balancing. European Journal of Operational Research, 179(3), 692-708.

McGovern, S. M., & Gupta, S. M., 2007. Combinatorial optimization analysis of theunary NP-complete disassembly line balancing problem. International Journal of Production Research, 45(18-19), 4485-4511.

Özceylan, E. (2013). Demontaj hattı dengeleme problemi içeren kapalı çevrim tedarik zincirlerinin bulanık ortamda modellenmesi ve optimizasyonu. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özder, E. H., Bedir, N., Eren, T., (2016). Academic Staff Selection With Anp & Promethee Method: A Case Study In Turkey. International Academic Conference on Engineering, Technology and Innovations (IACETI), Dubai, UAE, March 5th, 2016.

Saaty, T. L., (1990). How tomake a decision: the analytic hierarchy process. European journal of operational research, 48(1), 9-26.

Saaty, T. L. (2000). Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process (Vol. 6). Rws Publications.

Wibowo, S.,& Deng, H. (2015). Multi-criteria group decision making for evaluating the performance of e-waste recycling programs under uncertainty. Waste Management, 40, 127-135.

Vinodh, S., Prasanna, M., & Prakash, N. H. (2014). Integrated fuzzy AHP–TOPSIS for selecting the best plastic recycling method: a case study. Applied Mathematical Modelling, 38(19), 4662-4672.