



YEŞİL SATIN ALMA VE YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ: BEYAZ EŞYA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Ayberk SOYER*, Aybala Beste TÜRKAY

İstanbul Teknik Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34357, Maçka/İstanbul

Anahtar Kelimeler

*Yeşil Satın Alma,
Yeşil Tedarikçi Seçimi,
Analitik Ağ Süreci,
Karar Verme.*

Öz

Teknolojinin artan bir hızla gelişmesi, günümüzde işletmelerin daha fazla çeşit ve miktarda ürünü, daha kısa sürelerde pazara sunabilmelerine imkân sağlamaktadır. Bu durum rekabet avantajı elde etmek isteyen işletmeler için bir fırsat yaratmakla beraber, arz miktarlarındaki yüksek artış oranlarına karşılık taleplerin aynı oranda artmaması ve tüketicilerin daha bilinçli ve duyarlı hale gelmeleri, bu işletmeleri yoğun bir rekabet ortamı içerisine sokmaktadır. Doğal kaynakların hızla tükenmesi, iklim değişikliği, çevre kirliliğinin artması, vb. durumların yarattığı olumsuz etkiler sebebiyle toplumdaki farkındalığın artması ve tüketicilerin daha çevreci ürünleri tercih etmeleri, medyanın ve sivil toplum kuruluşlarının çevresel konulara gösterdiği hassasiyet, genel ve yerel otoriteler tarafından yapılan düzenlemeler, vb. koşullar, işletmeleri ürün yaşam döngüsü boyunca tüm aşamalarda çevreye duyarlı olmaya zorlamaktadır. Bu duyarlılık, üretimde kullanılan her türlü kaynağın azaltılmasını, üretim süreçlerinin çevreyle dost olacak şekilde yapılandırılmasını, kullanılan ambalaj malzemelerinin ve taşıma yöntemlerinin çevreyle dost olması ve yeniden kullanım konusunda gerekli adımların atılmasını gerektirmektedir. Bu noktada ürün yaşam döngüsünün ilk aşaması olan satın alma konusunda önemli iyileştirme potansiyeli bulunmakta ve üretimde kullanılacak her türlü girdinin temini için en uygun tedarikçinin seçimi en önemli aşamalardan biri haline gelmektedir. Bu değerlendirmeler ışığında yapılan bu çalışma ile amaçlanan, satın alma süreçlerinde geleneksel tedarikçi seçimi yerine, yeşil tedarikçi seçim süreçlerinin araştırılması ve yeşil tedarikçi seçiminde kullanılabilecek kriterlerin belirlenmesidir. Yapılan araştırmalardan hareketle yeşil tedarikçi seçimi için yeni bir karar verme modeli geliştirilmiş ve Türkiye ve Avrupa pazarında önemli bir paya sahip beyaz eşya üreticilerinden biri için tedarikçi seçimi süreci bir vaka analizi ile somutlaştırılmıştır.

GREEN PURCHASING AND GREEN SUPPLIER SELECTION: AN APPLICATION IN THE WHITE GOODS SECTOR

Keywords

*Green Purchasing,
Green Supplier Selection,
Analytic Network Process,
Decision Making.*

Abstract

The increasing speed of technological advancement in recent years, allows companies to offer more varieties and quantities of products to the market in shorter periods. While this creates an opportunity for the companies that want to gain competitive advantage, the fact that the demands do not increase at the same rate with supply and the consumers become more conscious and sensitive, puts these companies in an intense competitive environment. Due to the negative effects of climate change, the rapid depletion of natural resources, increased environmental pollution, etc., environmental awareness in the society increases. As a result, majority of the consumers tend to prefer more environmentally friendly products, the media and non-governmental organizations become more sensitive to environmental issues, and governments put more regulations on environmental protection. All these conditions force companies to be environmentally conscious at all stages throughout the product life cycle, which, in turn, means taking the necessary steps to reduce all kinds of resources used in production, reconfiguring the production processes, using environmentally friendly packaging materials and transportation methods and considering reuse issues. At this point, there is a

* İlgili yazar / Corresponding author: ayberk@itu.edu.tr, +90-212-293-1300

significant improvement potential in purchasing process, which is the first stage of the product life cycle, and the selection of the most suitable supplier becomes one of the most important issues. For this reason, this study aims to propose a decision making model for green supplier selection to apply this model in one of the biggest white goods manufacturers in Turkey.

Alıntı / Cite

Soyer, A., Türkay, A.B., (2020). , Yeşil Satın Alma ve Yeşil Tedarikçi Seçimi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 8(4), 1202-1222.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

A. Soyer, 0000-0002-4429-3525

A.B. Türkay, 0000-0001-8240-1817

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date

19.03.2020

Kabul Tarihi / Accepted Date

21.12.2020

Yayın Tarihi / Published Date

25.12.2020

1. Giriş (Introduction)

Son yıllarda, dünya üzerindeki toplam talebin çok üzerinde üretim yapılıyor olması, üreticiler açısından sorun olmaya başlamıştır. Üretimden pazarlamaya her alanda rekabet hız kazanmıştır. Üstelik tüketicilerin, satın aldıkları ürünlerin kalitesi ve çevresel boyutları konularında artık çok daha duyarlı olması durumu, üreticiler tarafından mutlaka göz önüne alınması gereken bir konu haline gelmiştir. Mal ve hizmet üreticileri varlıklarını sürdürebilmek ve kendilerinden beklenenleri karşılayabilmek için doğru stratejiler geliştirerek, kendilerini bu dar boğazdan kurtarmak zorundadır. Bu noktada artan beklentilerden en önemlisi çevre duyarlılığıdır. Artık tüketiciler beklenti ve ihtiyaçlarının en üst düzeyde karşılanmasının yanı sıra, kendilerine ve çevreye değer verilmesini ve saygı gösterilmesini beklemektedir. Önceleri tüketicilerin ihtiyaçlarına cevap verebilmek için iş süreçlerini, iş yüklerini azaltacak, kaliteyi artıracak ve maliyetleri düşürerek karlılığı artıracak şekilde düzenleyen şirketler, istenen hedef pazarlara ulaşabilmek, sistemi daha verimli kılabilmek ve rekabet üstünlüğü sağlayabilmek amacıyla son yıllarda tedarik zincirine yönelmişlerdir.

Özellikle son yüzyılda yaşanan teknolojik gelişmeler, insan hayatı üzerinde birçok yönden olumlu etkilere sahip olsa da, aynı zamanda doğal kaynakların tükenmesini hızlandırmış ve çevre kirliliğinin artmasına sebep olmuştur. Bu negatif sonuçların toplumdaki yansımaları yalnızca canlıların sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerle sınırlı kalmamış, şirketler için var olan kaynakların daha etkin kullanımını ve yeni kaynak arayışlarını zorunlu kılmıştır. Bu zorunluluğun bir sonucu olarak da, konuya ilişkin çeşitli yasal düzenlemelerin yapılması ihtiyacı oluşmuştur. Günümüzde tüketiciler; aldıkları ürün ve hizmetlerin çevreye duyarlı süreçlerle üretilmesini, üreticilerin daha fazla geri dönüşüm imkânı sağlamasını, üretimde doğal kaynak kullanımının en aza indirgenerek yenilenebilir enerji kullanımının sağlanmasını ve nihai ürünlerin çevreyle dost ürünler olmasını beklemektedirler. Bu durum organizasyonları, kendilerini bu konularda geliştirmeye zorlamaktadır.

Özellikle son 30 yılda yaşanan gelişmelerin de katkısıyla, dünya üzerindeki toplam talebin çok üzerinde üretim yapılıyor olması sebebiyle, şirketlerin doğru stratejiler geliştirmemeleri ve müşteri beklentilerini karşılamamaları durumunda, rekabetten koparak pazar payı kaybetmeleri kaçınılmaz bir son haline gelmektedir. Bu bağlamda, müşterilerin çevreye yönelik beklentilerini karşılamak için 'çevreye duyarlı organizasyon' kavramı ortaya çıkmıştır. Çevreye duyarlılık, organizasyonların tüm faaliyetlerinde çevreyi dikkate alan, çevreye verilen zararı en aza indiren, üretim süreçlerini değiştiren, çalışanlarını çevre duyarlılığı konusunda eğiten, temiz teknolojileri kullanan, ekolojik çevrenin korunması için yeni projeler gerçekleştirmeyi ön planda tutan bir anlayıştır. Bütün bu amaçları gerçekleştirmek için, şirket yöneticilerinin alacakları kararların çevresel etkilerini gözeten ve bu kararlara ilişkin uygulamaların çevre açısından uygun sistem ve süreçlerle yapılmasını sağlayan bir "Çevre Yönetim Sistemi" kurmaları gerekmektedir (İstanbul Sanayi Odası, 2002). Çevre Yönetim Sistemi, bir organizasyonun önemli ve öncelikli olarak tanımlanan çevresel etkilerinin kontrol altına alınması, azaltılması ve tamamen ortadan kaldırılması için belirlediği çevresel hedeflere, sistematik bir biçimde ulaşma çabası olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışma kapsamında, organizasyonlar için rekabet üstünlüğü elde etmek ve varlıklarını sürdürebilmek için kritik öneme sahip olan yeşil tedarik zinciri konusunun alt başlıklarından biri ve aslında temel bileşeni olan yeşil satın alma ve yeşil tedarikçi seçimi konuları incelenecek; satın alma süreçlerinde geleneksel tedarikçi seçimi yerine kullanımı yaygınlaşmaya başlayan yeşil tedarikçi seçim süreçleri araştırılarak, yeşil tedarikçi seçiminde etkili olan kriterler belirlenecektir. Bu amaçla, öncelikle konuya ilişkin literatür taraması sonuçları, kavram tanımları ve kurulan modellere yer verilecek, daha sonra yapılan araştırmalar ve uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan yeşil tedarikçi seçim modeli paylaşılacak, son olarak da bu modelin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla Türkiye ve Avrupa pazarında çok önemli bir paya sahip beyaz eşya üreticilerinden biri için gerçekleştirilen uygulamanın sonuçları aktarılacaktır.

2. Tedarik zinciri kavramı (Supply chain concept)

Tedarik zinciri kavramı farklı araştırmacılar tarafından farklı zamanlarda farklı şekillerde tanımlanmıştır. Min ve Galle (1997), 90'lı yılların sonlarında tedarik zincirini; daha az kaynak kullanımı ve atıkların yönetilmesi şeklinde tanımlarken, Gavronski vd. (2011)'nin tedarik zinciri tanımı, ürün yaşam döngüsü analizleri, kirliliği önleme ve kontrol ile çevre yönetim sistemi konularını kapsayan yönetim sistemi şeklinde olmuştur. Bir başka araştırmada ürün yaşam döngüsü analizleri, çevresel tasarımlar, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve kaynak azaltılması (Yen ve Yen, 2012) şeklinde tanımlanan tedarik zincirinin en kapsamlı tanımlamalarından biri Oluğu vd. (2011) tarafından; yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil malzeme yönetimi, yeşil dağıtım, yeşil pazarlama ve tersine lojistik kavramlarının bütünü şeklinde yapılmıştır. Tanımlamalardaki bu farklılıkların temel nedeni zamanla yaşanan gelişmelere paralel olarak tedarik zinciri kapsamının genişlemek zorunda kalmasıdır.

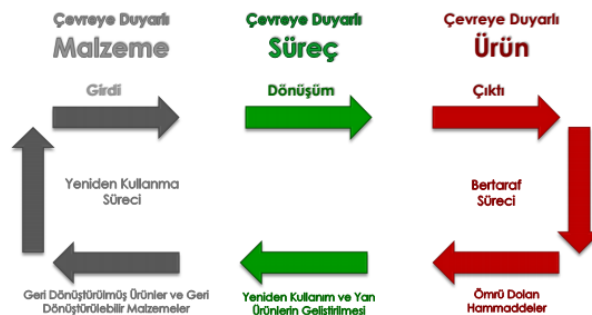
Endüstri devrimi ile başlayan ve giderek artan bir hızla gelişen teknoloji; birçok açıdan hayatımızı kolaylaştırır da teknolojik gelişmelere paralel şekilde artan endüstrileşmenin çevre üzerindeki zararlı etkileri de göz ardı edilemeyecek boyutlara ulaşmıştır. Çevre kirliliği endüstri devriminden bu yana toplumu ilgilendiren önemli sorunlardan biridir. Tedarik zinciri ise 20. yüzyılın başlarından itibaren yönetsel açıdan araştırmacıların ilgisini çeken bir konudur. Bu iki konunun ortak bir paydada buluşması ise çok eskilere dayanmamaktadır. Sarkis vd. (2011) modern tedarik zincirinin ilk uygulamaları olarak yalın üretim ve tam zamanında üretimi işaret etmektedir. Bu uygulamalar operasyonel etkinliği arttırmak ve atıkları azaltmak üzerine çalışmaktadır. Fakat araştırmacılar bu çalışmalarda atık azaltma çalışmalarının amacının çevresel duyarlılık değil, yalnızca ekonomik fayda olduğuna dikkat çekmektedir.

1960'lı yıllara gelindiğinde Rachel Carson tarafından yayınlanan ve DDT kullanımının kuşlar ve insanlar üzerindeki etkilerini inceleyen Silent Spring kitabı ile Amerika'da çevresel hareketlenme başlamıştır. Bu hareketlenmenin bir sonucu olarak Çevre Koruma Örgütü (EPA: Environmental Protection Agency) kurulmuştur. 1970'li yıllarda ise malzemelerin satın alınması ile başlayıp üretimin sonlanarak ürünlerin müşterilere ulaşmasına kadar geçen sürenin topluca değerlendirilmesine yönelik faaliyetler üzerine çalışılmaya başlanmıştır. 1980'li yıllarda bu durum "ürün yaşam döngüsü" olarak adlandırılmış ve değerlendirilmiştir. Satın alma, lojistik ve ters lojistik faaliyetlerinin çevresel bakış açısıyla incelenmesi ise ancak 1990'lı yıllarda görülmeye başlamıştır. Bu nedenle bu alandaki ilk araştırmalar da bu tarihlere rastlamaktadır (Sarkis vd., 2011).

Özellikle son 25 yılda doğal kaynakların ve çevrenin korunması uluslararası boyuta taşınmıştır. Günümüzde firmalar sundukları hizmetlerin ya da ürünlerin hayat eğrilerinin her aşamasında sadece ekonomik değer yaratmasını yeterli görmemekte, bunun yanında ekolojik değer de yaratmasını sağlamaya çalışmaktadır (Büyüközkan ve Vardaloğlu, y.y.). Bu durumun bir sonucu olarak yeşil satın alma, yeşil üretim, yeniden üretim, yeniden kullanım, geri dönüşüm, tersine lojistik gibi "yeşil uygulamalar" ortaya çıkmıştır. Tüm bu uygulamaları "Yeşil Tedarik Zinciri" tanımı altında toplamak uygun olacaktır.

2.1. Yeşil tedarik zinciri (Green supply chain)

Yeşil tedarik zinciri; tedarik sürecinin tüm aşamalarında çevreci süreçleri esas alan yönetsel bir anlayışa sahiptir. Malzeme tedarik işleminin doğal kaynaklara zarar verilmenden ya da mümkün olan en az zararla yapılmasını, üretim sürecinde enerjinin verimli kullanımını, süreçlerin iyileştirilmesi ile temiz üretim uygulamalarını, üretim sırasında açığa çıkan atıkların azaltılmasını ve çevreye en az zarar verecek şekilde yok edilmesini, çevreye duyarlı ürünler üretilmesini, bu ürünlerin en uygun lojistik ağlarla taşınmasını ilke edinen bir yönetim sistemidir. Yeşil tedarik zincirini özetleyen süreç akışı Şekil 1'de verilmiştir.



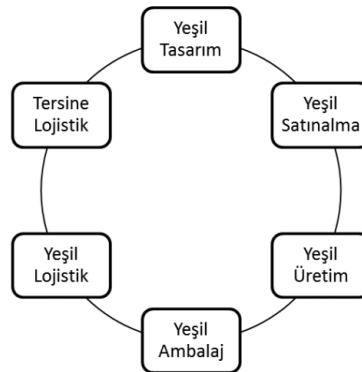
Şekil 1. Yeşil tedarik zinciri süreci (Green supply chain process)

Gerek bireysel gerekse de kurumsal hayatta yaşanan değişiklik ve gelişimler genellikle ihtiyaçlardan kaynaklanmaktadır. Geleneksel tedarik zinciri anlayışından, yeşil tedarik zinciri anlayışına geçiş de belirli ihtiyaçlar sonucu ortaya çıkmıştır. Bu ihtiyaçları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür:

- Ekosistemdeki bozulmalar
- Yasal düzenlemeler
- Müşteri talepleri
- Artan rekabet
- Rekabette avantaj sağlama isteği
- Atık yönetimi ile maliyet düşüşü sağlama
- Ürün yaşam döngülerinin kısalması
- Paydaşların talepleri
- Şirket politikaları
- Artan tüketici duyarlılığı
- Sürdürülebilir gelişme (Min ve Galle, 1997, 2001; Gavronski vd, 2011; Olugu, Wong ve Shaharoun, 2011; Sarkis, Zhu ve Lai, 2011; Yen ve Yen, 2012)

Dünyada bu gelişmeler yaşanırken üreticiler bu değişime duyarsız kalamamış ve sonuçta hem üreticiler hem de akademisyenler bu etkileri ortadan kaldırmak üzere çalışmalar yapmaya başlamıştır. Araştırmacılar tedarik zinciri faaliyetlerinden kaynaklanan atık ve emisyonların küresel ısınma ve asit yağmuru gibi çevresel sorunların temel kaynağı olduğuna dikkat çekmektedir. Yeşil tedarik zinciri kavramı özellikle son yıllarda yaygınlaşsa da, ortaya çıkışı 1990'lı yıllara kadar dayanmaktadır. Zaman içerisinde kavramın tanımı ve kapsamı değişmiş ve bugünkü anlayışa ulaşmıştır. Min ve Galle (1997), yeşil tedarik zinciri kavramını "*daha az kaynak kullanımı ve atıkların yönetilmesi*" şeklinde tanımlanmaktadır. Son dönemde yapılan araştırmalarda ise kavramın kapsamı oldukça genişlemiştir. Örneğin, Gavronski vd. (2011) yeşil tedarik zincirini "*çevreci tasarımlar, ürün yaşam döngüsü analizleri, kirliliği önleme ve kontrol, çevre yönetim sistemi gibi konuları kapsayan yönetsel uygulamalar*" şeklinde tanımlamaktadır. Aynı yıl gerçekleştirilen farklı bir araştırmada Yen ve Yen (2012) yeşil tedarik zincirini "*tedarik zinciri içindeki satın alma ana faaliyetlerini; ürün yaşam döngüsü analizleri, çevresel tasarımlar, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve kaynak azaltılması konularını kapsayacak şekilde genişleten anlayış*" şeklinde tanımlamıştır. Olugu vd. (2011) ise kavramı "*yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil malzeme yönetimi, yeşil dağıtım, yeşil pazarlama ve geri taşıma faaliyetlerini*" içerecek şekilde daha geniş bir şekilde ele almıştır.

Bu araştırmalara göre zamanla kapsamı çok genişleyen yeşil tedarik zinciri kavramı; yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil dağıtım, yeşil ambalaj, atık yönetimi ve tersine lojistik alt başlıklarına ayrılmıştır. Tüm bu araştırmalardaki kavramlar ve tanımlar Şekil 2'deki gibi yeşil tedarik zincirinin alt başlıkları olarak özetlenebilir. Bu temel bileşenler, takip eden bölümlerde kısaca açıklanacaktır.



Şekil 2. Yeşil tedarik zinciri temel bileşenleri (Fundamental components of green supply chain)

2.1.1. Yeşil tasarım (Green design)

Yeşil tasarımın amacı ürünlerin olumsuz çevre etkilerinin azaltılmasını sağlayacak şekilde uygun malzeme ve teknolojiler kullanılarak üretilmesini sağlamaktır. Bu tanıma paralel olarak üreticilerden beklenen çevreyle dost malzemelerin kullanıldığı ürünler üretmeleri ve hem üretim sürecinde hem de nihai kullanıcının kullanım sonucunda meydana gelen olumsuz çevre etkilerini azaltacak tasarımlar yapmalarıdır. Bu tanımın detayları aşağıda özetlenmiştir:

- **Çevre etkisi daha az olan hammaddelerin kullanımı:** Toksik olmayan malzemeler, üretimleri için daha az enerji gerektiren geri dönüştürülmüş malzemeler

- **Enerji verimliliği:** Hem üretim sürecinde hem de nihai kullanıcının kullanımı sırasında daha az enerji gerektiren tasarımlar
- **Kalite ve dayanım:** Daha uzun ömürlü ve daha fonksiyonel ürünlerin tasarlanması ile ürünlerin kullanım sürelerinin arttırılması ve tüketimin azaltılmasının sağlanması
- **Yeniden kullanılabilir/Geri dönüştürülebilir ürünler:** Üretimde kullanılacak malzemelerin, ürünlerin kullanım ömürleri dolduğunda yeniden kullanılabilir ya da geri dönüştürülebilir malzemelerden seçilmesi
- **Karbon ayak izinin azaltılması:** Ürünlerin üretimi sırasında ve kullanımlarından kaynaklanacak karbon salınımlarının azaltılmasını sağlayacak şekilde ürün ve süreç tasarımlarının yapılması

2.1.2. Yeşil satın alma (Green purchasing)

Değişen küresel eğilimlere göre artık üreticiler üretimleri için satın almaları gereken malzemelerin kaliteli ve uygun fiyatlı olmasını göz önünde bulundurmakla yetinmeyip; tedarikçilerin ve ürünlerinin çevresel etkilerini de dikkate almak durumundadır. Bu gerekliliğin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkan “yeşil satın alma” kavramı 2000’li yılların başlarından bu yana birçok araştırmaya konu olmuş ve birçok farklı araştırmacı bu kavrama farklı tanımlar getirmiştir. Yayınlanan iki farklı akademik çalışmada yeşil satın alma kavramı üretimde kullanılmak üzere satın alınacak malzemelerin geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir veya geri dönüşümü yapılmış malzemeler arasından seçilerek yapılması şeklinde tanımlanmıştır (Min ve Galle, 2001; Sarkis, 2001). Sarkis, 2003 yılında gerçekleştirdiği diğer bir çalışmada, satın alınacak malzemelerde olduğu gibi üretimde kullanılacak teknolojilerin satın alınmasında da çevre duyarlılığının gözetilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu teknolojiler sayesinde üretim sırasında daha az enerji kullanılması ve daha az atık oluşması mümkün olacaktır.

Yeşil satın alma uygulamalarında en önemli basamak tedarikçi seçimi ve yönetimidir (Sarkis, 2003; Zhu vd., 2010; Zhu ve Sarkis, 2004). Bir üretici için sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamasının ilk halkası tedarikçileridir. Bu nedenle eğer bir üretici süreçlerini ve ürünlerini çevreyle dost hale getirmeyi planlıyorsa, buna tedarikçi seçimi aşamasından başlamak durumundadır. Tedarikçi seçimi ile başlayan süreçte tedarikçilerin kalite ve çevre beklentilerine uygunlukları sorgulanmalı; iş ilişkilerinin devamında ise sorgulama ve denetimlerin sürekliliği sağlanmalıdır.

2.1.3. Yeşil üretim (Green manufacturing)

Yeşil üretim, çevreyle dost üretim süreçleri ve karlılık üzerine odaklanan bir iş stratejisidir. Yeşil üretimle çevreye dost üretim süreçleri oluşturulurken, uygulanan atık ve kaynakların azaltılması politikası sayesinde karlılık da artmaktadır. Yeşil üretim süreçleri temelde üretim sırasında açığa çıkan atıkların azaltılması veya geri dönüştürülmesi olarak algılanmaktadır. Fakat bu algı yalnızca buz dağının görünen kısmıdır. Bu konuda yapılan ilk araştırmalardan birinde yeşil üretim; üretim süreçlerinin ve teknolojilerinin atık veya hurdaları ortadan kaldıracak biçimde tasarlandığı, geliştirildiği ve uygulandığı süreçler olarak tanımlanmaktadır (Sarkis ve Rasheed, 1995). Gungor ve Gupta (1999) konuya daha geniş bir perspektiften bakmış ve yeşil üretimin; ürün yaşam döngüsünün her aşamasında çevre etkilerinin değerlendirilerek, ürün ve üretim süreçlerinin çevre etkilerinin istenilen düzeyde kalmasının sağlanabileceğini vurgulamıştır.

Aslında yeşil üretim, hem girdilerin hem de çıktılarının kontrol altına alınması ve iyileştirilmesi gereken bir süreci tanımlar. Bu açıdan bakıldığında yeşil üretimin birden fazla odak noktası bulunmaktadır. Öncelikle yalnızca atıkların azaltılması yeterli olmayıp, bunun yanı sıra emisyonların, atık suların ve iş kazalarının azaltılması da gerekmektedir. İkinci adım kaynak kullanımının azaltılmasına yönelik olmalıdır. Bu kapsamda hem üretim için gereken hammaddelerin azaltılması hem de üretim sürecinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gündeme gelecektir. Günümüzde doğal kaynakların hızla tükendiği gerçeği göz önüne alındığında, yeşil üretim süreçlerinin yaygınlaştırılması çalışmalarına daha fazla önem verilmesi gerekliliği kendiliğinden ortaya çıkmaktadır.

2.1.4. Yeşil ambalaj (Green packaging)

Ambalaj, içerisinde bulunan ürünü, ilgili ürünün yapısına ve şekline göre en iyi şekilde koruyan, ürünün temiz kalmasını sağlayan, taşınmasını kolaylaştıran ve aynı zamanda üzerinde ürün ile ilgili bilgileri bulunduran bir malzemedir (ÇEVKO, y.y.). Yeşil ambalaj ise ambalajın bu işlevlerini yerine getirirken aynı zamanda çevreye dost, geri dönüştürülebilir ya da yeniden kullanılabilir malzemelerden üretilmesi şeklinde tanımlanabilir (Zhu vd., 2005, 2007); ayrıca, ürün özellik ve gerekliliklerine göre ambalaj malzemelerinin kullanımını en aza indirecek iyileştirmeler yapılmasını da kapsamaktadır (Sarkis, 2003). Örneğin ambalaj boyutlarında yapılacak iyileştirmeler ile ürünlerin taşınması sırasında kullanılacak nakliye araçlarına daha fazla ürünün sığması sağlanabilmektedir. Bu şekilde taşımadan kaynaklı emisyonların azaltılması mümkün olacaktır. Bu durum dolaylı yoldan taşıma maliyetlerinde de iyileşme sağlayacaktır (Sarkis, 2003).

2.1.5. Yeşil lojistik (Green logistics)

Bir ürün için temel lojistik faaliyetleri, ürünlerin üretimi için gerekli hammaddelerin temini ile başlar; üretim sonrasında paketleme, taşıma, depolama ve müşterilere ulaştırılması evreleri ile devam eder. Yeşil lojistik ise; lojistik faaliyetlerinin, çevreye en az zarar verecek şekilde tasarlanması, lojistik faaliyetler sonucu ortaya çıkan çevre etkilerinin ölçülmesi ve bu etkilerin en aza indirgenmeye çalışılması konuları ile ilgilenir. Ürünleri taşıyan aracın motoru ve kullandığı yakıt, taşıma sıklığı, taşıma mesafesi ve ambalaj malzemesinin karakteristiği yeşil lojistik faaliyetlerinin performansı üzerindeki en büyük etkenlerdir (Sarkis, 2003).

2.1.6. Tersine lojistik (Reverse logistics)

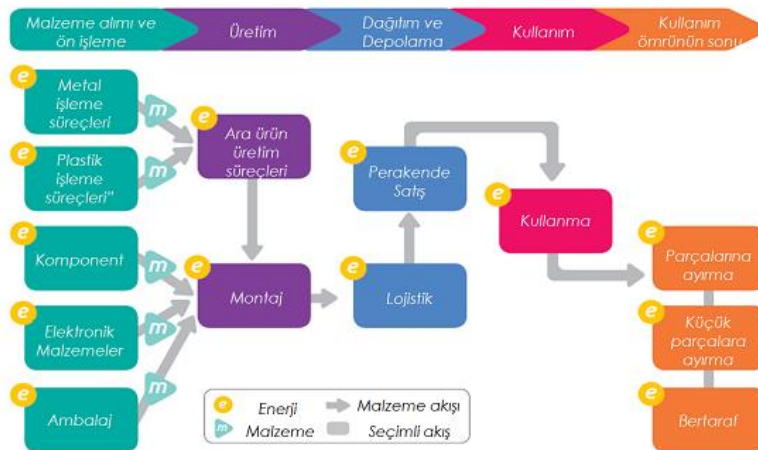
Tersine lojistik; hammadde, yarı mamul, bitmiş ürün ve bunlar hakkındaki bilgilerin tüketim noktasından üretim noktasına doğru, tekrar değer kazandırmak veya uygun şekilde yok edilmelerini sağlamak amacı ile etkin akışının planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecidir. Ürünlerin tüketiciden üreticiye geri dönme nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Ürünün arızalanması
- Ürünün zarar görmüş olması
- Ürünün ömrünün dolması
- Ürünün mevsimsel bir ürün olması nedeniyle artık kullanılmayacak veya satılmayacak olması
- Üründe ciddi hatalar olması
- Ürünün tehlikeli madde içermesi

Üreticiye dönen bu ürünler geri dönüşüm, yeniden kullanım veya yeniden üretim işlemlerine tabi tutulmakta ya da bertaraf edilmektedir. Geri dönüşüm, değerlendirilmesi mümkün atıkların çeşitli fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerle ikincil hammaddeye dönüştürülerek tekrar üretim sürecine dahil edilmesidir. Yeniden kullanım, ömrünü tamamlamış bir ürünün çeşitli işlemler sonucu yeniden işler hale getirilmesi süreçlerini kapsar. Yeniden üretim, kullanılmış ürünlerin kontrol edilerek, özelliğini yitirmiş parçalarının orijinal ürünün özellikleri ve fonksiyonları korunacak şekilde yenileriyle değiştirilmesi ile aynı ürünün yeniden üretilmesi sürecidir (Ijomah vd., 2004). Bertaraf etme ise yok edilmesi gereken ürünlerin, ürünlere ait parçaların ve üretim esnasında oluşan zararlı atıkların çevreye zarar vermeden ortadan kaldırılması faaliyetleridir.

3. Yeşil Satın Alma Kavramı (Green Purchasing Concept)

Gelişen teknolojinin, insan yaşamına getirdiği kolaylıkların yanında ne yazık ki birçok yan etkisi de bulunmaktadır. Özellikle hızla artan sanayileşme ve şehirleşmenin sonucunda çevre kirliliği artmaktadır. Çeşitli kaynaklardan çıkan radyoaktif, katı, sıvı ve gaz halindeki kirlenici maddelerin hava, su ve toprakta yüksek oranda birikmesi çevre kirliliği oluşmasına neden olmaktadır. Artan bu kirlilikle mücadelede tüm kesimler üzerine düşeni eksiksiz bir şekilde yapmalıdır. Son zamanlarda gerek kamuoyunun gerekse hükümetlerin bu konudaki bilinç ve duyarlılıkların artmasıyla kirliliğin azaltılması ve çevrenin korunması için ürün yaşam döngüsü boyunca (Bkz. Şekil 3) çeşitli önlemler ve yasal düzenlemeler tanımlanmıştır. Bu düzenlemeler özellikle çevre kirliliğinin artmasında büyük pay sahibi olan sanayileşmiş ülkelerin gündemlerinde ilk sıralarda yer almaktadır.



Şekil 3. Ürün yaşam döngüsü (Product life cycle)

Bu düzenlemeler sonrası farkındalığın yavaş yavaş artması ile yeşil satın alma faaliyetlerini rekabette üstünlük sağlamak için bir fırsat olarak görmeye başlayan yöneticiler, yeşil satın almayı satın alma stratejilerinin arasına eklemiştir. Bu ciddi kararda 1 Temmuz 2006 tarihinden itibaren piyasada yer alacak elektrikli ve elektronik ekipmanlarda kurşun, cıva, kadmiyum, heksavalent krom gibi bazı kimyasalların kullanımını kısıtlayan bir tüzük olan “Belirli Zararlı Maddelerin Kullanımını Kısıtlama Direktifi (RoHS: Restriction of Hazardous Substances Directive)”nin çıkarılmasının payı büyük olmuştur. Bu dönemden sonra birçok firma satın alma prosedürleri tanımlayarak ve tedarikçilerinin bu prosedürlere uymalarını sağlamaya çalışarak yasal yükümlülüklerini yerine getirmeyi amaçlamıştır. 2006 yılından sonra firmalar “neden yeşil” sorusunu sormayı bir kenara bırakıp, “nasıl yeşil” sorusunu sormaya başlamışlardır.

Bugünün koşullarında üreticiler artık tüm ürünleri için “beşikten mezara” çevresel uygunluklarını garanti altına almak durumundadır. Bu uyumluluğu sağlayabilmek için ilk adım ise satın almadır. Üretim için kullanılacak tüm ürün ve teknoloji girdilerinin satın alınması, nihai ürünün çevresel etkilerini büyük oranda etkileyecektir. Bu nedenle çevreci satın alma, bir ürünün çevresel etkilerinin azaltılmasında en önemli basamaktır. Literatürde ‘sürdürülebilir satın alma’, ‘çevreci satın alma’, ya da ‘yeşil satın alma’ olarak geçen bu kavram, bir ürünün temel işlevlerini yerine getirirken, aynı zamanda insan ve çevre sağlığı üzerindeki etkilerini azaltacak şekilde tasarlanması ve üretilmesini sağlayacak malzeme ve teknolojilerin satın alınması anlamına gelmektedir. Çevreci ürünler üretmek için, kullanılan kaynakların azaltılması, üretim süreçlerinin çevreyle dost olacak şekilde yapılandırılması, kullanılan ambalaj malzemelerinin ve taşıma yöntemlerinin çevreyle dost olması ve yeniden kullanım konusunda gerekli adımların atılması gibi iyileştirmeler yapılabilmektedir (Jorge vd., 2006).

Bu konularda araştırma yapan en önemli araştırmacılardan biri olan Sarkis (2003)’e göre yeşil satın alma; “*üretimde kullanılmak üzere satın alınacak malzemelerin geri dönüştürülebilir, yeniden kullanılabilir veya geri dönüşümü yapılmış malzemeler arasından seçilerek yapılması*”dır. Sarkis (2003), satın alınacak malzemeler gibi üretimde kullanılacak teknolojilerin satın alınmasında da çevre duyarlılığının gözetilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu teknolojiler sayesinde üretim sırasında daha az enerji kullanılması ve daha az atık oluşması mümkün olacaktır. Literatürde yeşil satın alma üzerine yapılan akademik çalışmaların bir bölümü Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tablo 1. Yeşil satın alma üzerine yapılan örnek araştırmalar (Sample research articles on green purchasing)

Araştırma	Araştırmanın Amacı	Yeşil Satın Alma Tanım	Neden?
Green vd. (1996)	Yeşil satın alma stratejileri belirleme	Kaynak kullanımı ve atıkların azaltılması	Artan farkındalık Ekosistem kalitesinin düşmesi
Noci (1997)	Tedarikçi değerlendirme sistemi geliştirme	Yeşil tedarikçi seçimi Tedarikçilerin ürün geliştirme süreçlerine dahil edilmesi	Sivil toplum örgütlerinin ve hükümetlerin artan baskısı
Min ve Galle (2001)	Amerika’daki yeşil satın alma uygulamalarını inceleme	Atıkları kaynağında azaltma Geri dönüşüm Yeniden değerlendirilebilen malzeme	Ekosistem kalitesinin azalması Artan farkındalık Müşteri talepleri
Warner ve Ryall (2001)	İngiltere hükümetinin yeşil satın alma politikalarının incelenmesi	Çevreye dost ürünlerin satın alınması	Sürdürülebilirlik Uzun vadede çevre etkilerinin azaltılması Yasal düzenlemelere uyum Pazar fırsatları İşçi sağlığı ve güvenliği maliyetlerinde azalma
Gavronski vd (2011)	İşletmelerin kendi kaynaklarını kullanarak yeşil ürünler üretmeleri için öneriler	Yeşil ürün üretebilmek için üretim süreçlerinin geliştirilmesi ve tedarikçi katılımı	Ekosistemdeki bozulmalar Yasal düzenlemeler Müşteri ve çevre aktivistlerinin artan baskıları
Yen ve Yen (2012)	Yeşil satın alma kararında üst yönetimin rolü	Ürün yaşam döngüsü analizleri ışığında yapılan satın alma, geri dönüşüm, yeniden kullanım faaliyetlerin kapsayan satın alma Kaynak azaltma	Rekabet gücünü artırma Yasal düzenlemeler Toplum baskısı
Chiou vd (2011)	Firmaların yeşil tedarik zinciri uygulamalarına geçişte sağlayacakları faydaları ortaya koyma		Yasal düzenlemelere uyum Finansal faydalar
Büyüközkan ve Çifçi (2012)	Yeşil tedarikçi değerlendirme modeli		Farkındalığın artması Yasal düzenlemeler
Uttam vd. (2012)	İnşaat sektöründe yeşil satın alma	Beklenen işlevleri yerine getiren ve çevre etkisi daha az olan malzemelerin satın alınması	Artan müşteri talepleri Yasal düzenlemeler Maliyet azaltma
Walker ve Brammer (2012)	Sürdürülebilir satın alma, tedarikçi iletişimi ve e-satın alma arasındaki ilişkinin tanımlanması	Satın alma faaliyetlerinin çevresel, sosyal ve ekonomik açılarından değerlendirilerek gerçekleştirilmesi	Çevre bilincinin artması ve basın etkisi Yasal düzenlemeler Akademik yayınların artması
Testa vd. (2012)	Yerel yönetimlerin yeşil satın alma kararlarında etkili olan nedenlerin ekonomik yönden incelenmesi	Çevreye dost ürünlerin satın alınması	Artan farkındalık Yasal düzenlemeler Müşteri talepleri

Tedarikçi seçimi ve yönetimi yeşil satın alma için en önemli basamaktır (Sarkis, 2003; Zhu vd., 2010; Zhu ve Sarkis, 2004) Eğer bir üretici yeşil ürün üretmek istiyorsa, bu süreçte başlangıç noktası 'satın alma' olacaktır. Satın alınacak malzemelerin çevresel uygunluklarını sağlamak isteyen üretici hem mevcut hem de yeni tedarikçileri için kalite ve çevre beklentilerini ortaya koymalı, bu beklentilerinin karşılanıp karşılanmadığını sorgulamalı ve düzenli aralıklarla tedarikçi denetimleri yaparak sürecin devamlılığını garanti altına almalıdır.

3.1. Yeşil satın alma ile sağlanacak faydalar (Benefits of green purchasing)

Yeşil satın alma işletmelere birçok açıdan fayda sağlamaktadır. Bu faydaları finansal faydalar, yönetsel faydalar, çevresel faydalar ve sosyal faydalar olmak üzere dört ana başlık altında sınıflandırmak mümkündür (SPN, 2007):

3.1.1. Mali faydalar (Financial benefits)

3.1.1.1. Maliyetlerin azalması (Decreasing costs)

Yeşil ürünleri üretmek için kullanılacak malzeme ve süreçler, daha az kaynak kullanımı gerektirdiklerinden, malzeme ve kaynak kullanımının azaltılması sağlanacak ve böylece maliyetler azaltılacaktır. Ürün yaşam döngüsü göz önüne alındığında maliyet azalması yalnızca malzeme ve kaynak kullanımı ile sınırlı kalmayacak, ayrıca atıkların bertarafı ve çevre, iş sağlığı ve güvenliği konularındaki giderlerin de azaltılması sağlanacaktır.

3.1.1.2. Marka imajının güçlenmesi (Strong brand image)

Marka imajı bir firmanın tercih edilebilirliği için çok önemli bir faktördür. Bu imaj firmanın tüm faaliyet ve ilişkilerinin sonucunda ortaya çıkar. Şirketin finansal büyüklüğü marka imajının en büyük göstergelerinden biridir. Tedarikçilerini kurum değerlerine göre seçen işletmeler marka değerlerini artıracaktır.

3.1.1.3. Yasalara uyumu kolaylaştırma (Compliance with the law)

Üretimlerinde çevreye daha az zarar veren malzeme ve süreçleri kullanan üreticilerin çevre etkilerini yönetmek ve yasalara uyumluluklarını sağlamak için yapacakları harcamalar çok daha az olacaktır.

3.1.1.4. Yatırımcı çekme (Attracting investors)

Yapılan bir araştırmaya göre Avrupa'daki yatırımcıların %86'sı, sosyal ve çevresel risk yönetimi konularına önem veren firmaların uzun vadede pazar değerlerinde artış gerçekleşeceğini düşünmektedir (Sofres, 2001).

3.1.2. Yönetsel faydalar (Managerial benefits)

3.1.2.1. Organizasyon hedef ve değerlerine uyum (Compliance with organizational goals and values)

İşletmeler hedeflerini ve değerlerini tanımlar ve kamuoyu ile paylaşırlar. Belirledikleri bu hedef ve değerleri gerçekleştirmelerinde yeşil satın alma faaliyetleri önemli rol oynamaktadır. Son zamanlarda birçok işletme sosyal, etik ve çevresel değerleri ile belirlediği kurumsal sosyal sorumluluk prensiplerini ortaya koymakta ve bunu tüm paydaşları ile paylaşmaktadırlar. Tanımlanan değer ve hedeflerin iş süreçleri ile uyumlu hale getirilmesi sonucunda paydaş desteği artacak, müşterilerin ve kamuoyunun güveni kazanılacaktır.

3.1.2.2. İş risklerini azaltma (Reduced business risks)

İşletmeler her zaman üzerlerindeki iş risklerini azaltmak isterler. Yeşil satın alma anlayışı bu anlamda işletmelere avantaj sağlar. İş süreçlerinde çevresel, sosyal ve etik boyutların değerlendirilmesi risklerin azaltılması anlamında faydalı olacaktır (Little, 2003). Yönetimde proaktif yaklaşımlar riskleri azaltmaya yardımcı olur. Üreticiler tedarikçilerinden kaynaklanabilecek riskleri de yönetmek isterler. Bu amaca da hizmet edecek şekilde oluşturulacak yeşil satın alma politikaları ve prosedürleriyle satın alınacak malzemelerin ve hizmetlerin çevresel etkileri kontrol altına alınabilir.

3.1.2.3. Etkin tedarik zinciri yönetimi ve ürün geliştirme (Effective supply chain management and product development)

Tedarikçiler ile yakın ilişki içerisinde olmak, beklentilerin anlaşılmasını ve karşılanmasını kolaylaştıracaktır. Tedarikçilerin ürün geliştirme süreçlerine etkin katılımının sağlanması ile bilgi alışverişi yapılması ve daha üstün nitelikli ürünlerin üretilmesi mümkün görünmektedir. Satın alma biriminin tedarikçiler ile yakın ilişkiler

içerisinde olması iki tarafa da fayda sağlayacaktır: üretici beklentilerini daha rahat aktarabilecek, tedarikçiler de üreticinin beklentilerini yakın ilişkiler sayesinde daha kolay anlayacaktır. Üreticilerin kendi ürünlerinin daha çevreci olması için üretimde kullanılan malzemelerin geliştirilmesi süreçlerine desteği ve katılımı sayesinde, tedarik zincirine dahil olan diğer tedarikçilerde de bu desteği sağlama isteği doğacaktır. Böylelikle, domino etkisi ile birçok tedarikçi ile ortak geliştirme projelerinin tetiklenmesi mümkün olacaktır.

3.1.3. Çevresel faydalar (Environmental benefits)

Yeşil satın almanın çevresel birçok faydası bulunmaktadır. Kaynakların etkin şekilde kullanılması ile hızla tükenmeye yaklaşan doğal kaynakların korunması mümkündür. Yeşil ürün ve hizmetler daha az kirliliğe neden olmakta ve bunun sonucunda küresel ısınmaya neden olan emisyonların azaltılması mümkün olmaktadır.

3.1.3.1. Atıkları önleme (Preventing waste)

Üretim süreçlerinde ve ürünlerin tasarımlarında yapılacak geliştirmelerle ürünün üretilmesi ve kullanılması sonucunda açığa çıkan atıkları azaltmak mümkündür. Üstelik bu şekilde atıkların azaltılması yalnızca çevre için faydalı olmakla kalmayacak, aynı zamanda azalan atıkların bertarafı için daha az enerji ve malzeme kullanılacaktır. Ürünlerin tasarımı aşamasında kullanılacak malzemelere karar verirken geri dönüştürülmüş malzeme kullanımı seçeneği de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Aynı şekilde yine tasarım sürecinde, ürünün ömrünü tamamladıktan sonra geri dönüştürülebilir ya da yeniden kullanılabilir nitelikte olmasına da özen gösterilmelidir. Tüm bu öneriler dikkate alınarak yapılacak malzeme ve teknoloji satın alımları ile atıkların azaltılması mümkün olacaktır.

3.1.3.2. Kaynak kullanımını azaltma (Reduced resource usage)

Yeşil satın alma, geri dönüştürülmüş ve yeniden kullanılabilir malzemelerin satın alınmasını desteklediği için, kaynak kullanımının azaltılması üzerinde doğrudan etkilidir. Özellikle kâğıt ve plastik ürünlerinin satın alınması kararında geri dönüşümlü ve yeniden kullanılabilir malzemelerin tercih edilmesi hem çevresel hem de ekonomik fayda sağlayacaktır.

3.1.3.3. Sera gazı etkisinin azaltılması (Reduced greenhouse gas effect)

Üreticilerin daha çevreci malzemeler satın alma tercihleri, üretim sırasında açığa çıkacak sera gazı emisyonu miktarı üzerinde doğrudan etkilidir. Daha çevreci malzemelerin satın alınması ile sera gazı emisyonunu azaltmak mümkündür.

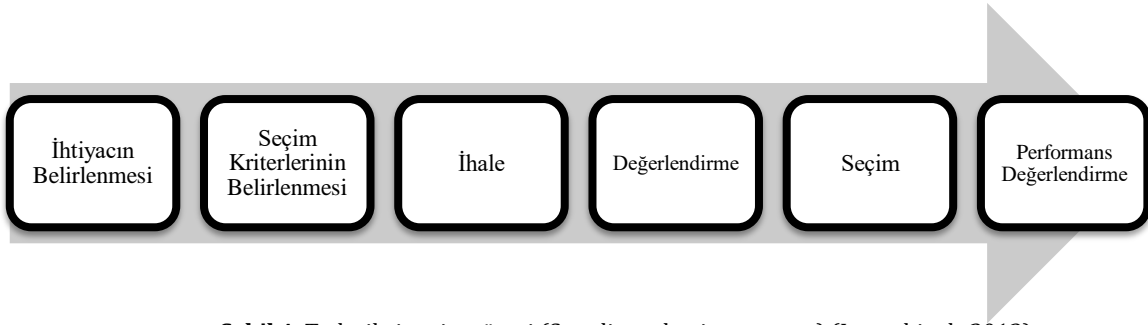
3.1.4. Sosyoekonomik Faydalar (Socioeconomic Benefits)

Yeşil ürünler; üreticiden, tedarikçiye, müşteriden kamuoyuna kadar tedarik zinciri içerisinde bulunan tüm oyunculara fayda sağlar. Çevre ve insan sağlığının korunmasına destek olur, çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini güvence altına alır ve üretici için rekabette avantaj sağlar (SPN, 2007).

3.2. Yeşil tedarikçi seçimi (Green supplier selection)

Özellikle son 25 yılda artan rekabet, üreticileri rekabetçi olmak için yeni yollar aramaya itmiştir. Birçok üretici tedarik zinciri yapılanmalarını daha yalın hale getirmiş ve tedarikçileri ile olan ilişkilerine eskisinden daha çok önem verir hale gelmiştir (Copacino, 1996; Mason, 1996). Şirketler, tedarikçilerini, kapasitelerini en yüksek düzeyde kullanmaya yönlendirerek, ürünlerinin kalitesini artırmaya, yeni ürün geliştirme sürelerini kısaltmaya ve teknolojik gelişmeleri yakından takip etmeye zorlamışlardır (Ragatz vd., 1997). Fakat son yıllarda artan çevre duyarlılığı tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesine bambaşka bir boyut kazandırmıştır.

Tedarikçi seçimi, ihtiyaçların ortaya konması ile başlar. Bu aşamadan sonra satın alma departmanlarına düşen görev, potansiyel tedarik kaynaklarını belirlemek ve bu kaynaklarla iletişime geçmektir. Aranılan malzeme için gerekli koşulları sağlayabilen tedarikçi adayları arasından yapılacak seçimde, pazarlık ya da ihale gibi yöntemler kullanılabilir. Bu sürece ait akış Şekil 4'te gösterilmiştir.

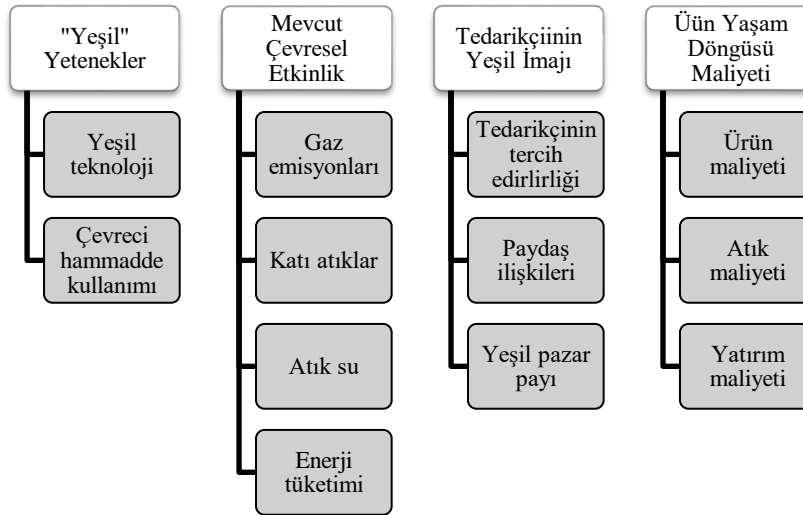


Şekil 4. Tedarikçi seçim süreci (Supplier selection process) (Igarashi vd., 2013)

Geleneksel olarak satın alma sürecinde tedarikçi seçimi için kullanılacak kriterler aşağıdaki gibi listelenebilir:

- Birim fiyat
- Talepleri zamanında karşılayabilme
- Kalite beklentisini karşılama
- Dürüst iletişim
- Endüstriyel bilgi ve tecrübe
- Esneklik, ani taleplere cevap verme hızı
- Finansal durum
- Etik standartlara uyum
- Referanslar
- Tedarikçinin büyüklüğü
- Üretici ile tedarikçi arasındaki kültür uyumu

Yeşil tedarikçi seçiminde, süreç benzer şekilde işlese de, en önemli farklılık seçim kriterlerinin belirlenmesi ve performans değerlendirmesi basamaklarında görülmektedir. Artan çevre duyarlılığının, üreticilerin tedarikçi seçimi ve değerlendirme süreçlerine etkisi kaçınılmaz olmuştur. Bu bağlamda, satın alma sürecinde çevreci yaklaşımlarla ilgili birçok araştırma yapıldığı görülmektedir. Yeşil satın alma ve yeşil tedarikçi seçimi konuları birçok araştırmacı tarafından incelenmiş ve geleneksel tedarikçi seçimi kriterlerine, çevre ile ilgili birçok yeni kriter eklenmiştir. Konuya ilişkin yapılan araştırmaların temelini oluşturan modellerden biri Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5. Noci (1997)'nin yeşil tedarikçi seçim modeli (Noci (1997)'s green supplier selection model)

Noci (1997), çevresel bakış açısıyla en etkin tedarikçi seçimi için geliştirdiği modelde, tedarikçilerin performansını değerlendirmek üzere “yeşil yetenekler”, “çevresel etkinlik”, “yeşil imaj” ve “ürün yaşam döngüsü maliyeti” kriterlerini ve bunlara ait alt boyutları belirlemiştir. Geliştirdiği Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP: Analytic Hierarchy Process) modelini otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firma için kullanmış ve sadece ekonomik kriterlerin değerlendirildiği modellere kıyasla farklı sonuçlar elde edildiğini ifade etmiştir. Bu farklılığın temel sebebinin, geliştirdiği modelde tedarikçilerin çevreye ilişkin yenilikçi yeteneklerinin ve yeşil imajlarının değerlendirilmesinin etkili olduğunu belirtmiştir.

Handfield vd. (2002), yeşil tedarikçi değerlendirme sürecinde önemli olabileceğini düşündükleri tüm kriterleri bir listede toplayarak, bu listeyi Fortune 500 sıralamasında yer alan bazı şirketlerin tedarik zinciri yöneticilerinden oluşan bir gruba sunmuşlar ve bu kriterler arasından en önemlilerini seçmek üzere uzlaşmaya varana kadar tartışmalarını istemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda en önemli ölçülebilir kriterler aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- ISO 14000 sertifikasyonu
- Ozon tabakasına zarar verici maddelerin bulup bulunmaması
- Geri dönüşüm
- Uçucu organik bileşiklerin bulup bulunmaması
- Çevre Koruma Örgütü (EPA: Environmental Protection Agency) listesinde yer alan 17 maddenin bulup bulunmaması
- Yeniden üretim/kullanım imkânı
- Ambalaj malzemelerinin yeniden kullanım imkânı
- Tersine lojistik faaliyetleri
- EPA programlarında gönüllü olarak yer alma
- Çevre ile ilgili kayıtların halka açık olması

Handfield vd. (2002) bu kriterleri 6 ana kriter ((i) ürün özellikleri, (ii) atık yönetimi, (iii) sertifikasyon, (iv) tersine lojistik, (v) yasal düzenlemelere uyum ve (vi) çevre yönetim programları) altında toplayarak bir AHP modeli oluşturmuştur. Oluşturulan model kullanılarak birincisi otomotiv, ikincisi kâğıt, üçüncüsü ise giyim endüstrisinde faaliyet gösteren üç firma için tedarikçi seçimi yapılmıştır. Otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren üretici firma için model anlamlı sonuç vermiştir; ancak kâğıt endüstrisinde faaliyet gösteren firma için iki tedarikçi aynı ağırlığı almıştır. Araştırmacılar bunun nedenini araştırdığında, kâğıt üretimi için malzeme sağlayan tedarikçilerin yasalar ile kontrol edildiğini, çevresel düzenlemelere uymadıkları takdirde zaten çalışamayacaklarını fark etmişlerdir. Bu durum modelin, yasaların çok sıkı uygulandığı endüstrilerde seçiciliğini yitirdiğini ortaya çıkarmıştır.

Lu vd. (2007) tedarikçi seçiminde önemli olan kriterlerin üretim süreçleri ile birlikte değerlendirileceği bir model geliştirmişlerdir. Bu modelde tedarikçi seçimi için belirlenen “malzeme”, “enerji”, “katı atık”, “sıvı atık” ve “gaz atık” kriterlerini, “üretim öncesi”, “üretim”, “dağıtım ve ambalaj”, “ürün kullanımı, bakımı” ve “bertaraf” aşamaları için değerlendirmişlerdir. Bu modelde yer alan kriterlerin ikili karşılaştırmaları bir anket yardımıyla yapılmış ve %35 ağırlıkla en önemli kriter “malzeme” kriteri olarak bulunmuştur. Ayrıca sürece göre kriterlerin ağırlıklandırılması da yapılmış ve tedarikçi seçimi için en önemli kriterin “üretimde kullanılan malzeme” olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Lee vd. (2009)’de benzer bir hiyerarşi yapısı oluşturarak tedarikçiler arasından seçim yapmak üzere yeşil tedarikçi performans kriterlerini ((i) kalite, (ii) teknolojik yeterlilik, (iii) kirliliğin kontrolü, (iv) çevre yönetimi, (v) yeşil ürün ve (vi) yeşil yetkinlikler) ve bu kriterlerin alt kriterlerini belirlemiştir. Bu kriterleri bulanık AHP metodunu kullanarak ağırlıklandırmış ve oluşturulan modeli televizyon için panel üreten yüksek teknoloji bir üreticinin tedarikçilerini değerlendirmek üzere kullanmışlardır. Yapılan ağırlıklandırmalarda kriterler arasında en yüksek ağırlığı “kalite” kriteri almıştır. Alt kriterler bazında ağırlıklandırma yapıldığında ise ilk üç sıra “kalite” başlığı altındaki “kalitesizlikle başa çıkma”, “kalite yönetimi” ve “kalite sertifikaları” şeklinde gerçekleşmiştir.

Özellikle 2007 yılında yürürlüğe giren “Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Tüzüğü (REACH – Regulation of the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)” sonrasında üreticilerin çevresel etki sorgulamaları daha sıkı hale gelmiştir. Hsu ve Hu (2009) tedarikçi seçimi yapılırken zararlı maddelerin yönetilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, “tedarik yönetimi”, “Ar&Ge yönetimi”, “süreç yönetimi”, “giriş kalite yönetimi” ve “yönetim sistemleri” kriterlerini (alt kriterleri ile birlikte) kapsayan bir Analitik Ağ Süreci (ANP: Analytic Network Process) modeli geliştirmişlerdir. Model kullanılarak tedarikçi seçiminin yapıldığı bu çalışmada, kriterler arasındaki karşılaştırmada en önemli olan kriter “tedarik yönetim” kriteri olarak belirlenmiştir.

Geliştirilen birçok yeşil tedarikçi seçim modelinin geleneksel tedarikçi seçiminden uzaklaştığını düşünen Büyüközkan ve Çifçi (2011), geleneksel tedarikçi seçimi kriterleri ((i) ürün maliyeti, (ii) ürün kalitesi ve (iii) servis performansı) ile yeşil tedarikçi seçimi kriterlerinin ((iv) çevre performansı) bir arada değerlendirildiği bir AHP modeli geliştirmiş ve geliştirdikleri bu modeli kullanarak, Türk otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir üretici için tedarikçi seçimi çalışması yapmışlardır. Yapılan değerlendirmede ana kriterlerden en önemlisi “çevre performansı” olarak belirlenmiştir. Shaik ve Abdul-Kader (2011)’de yeşil tedarikçi seçimi için oldukça detaylı hiyerarşik bir model önermiştir. Bu model ile endüstriyel teçhizat üretimi yapan bir üretici için 3 tedarikçi arasında seçim yapılmaya çalışılmış; kriterlerden en önemli olanının “çevre dostu hammadde kullanımı” olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Modelde değerlendirilen kriterler arasında “çevresel verimlilik”, “çevre ve kalite sistemleri”, “yeşil tasarım”, “yeşil imaj”, “yeşil yetkinlikler”, “yeşil ürün maliyeti”, “yönetimsel yetkinlikler” ve “teknik yetkinlikler” kriterleri yer almaktadır. Yeşil tedarikçi seçme kriterlerinin zaman zaman birbirlerini etkilediğini fark eden Lin

vd. (2012) yeşil tedarikçi seçimi için “maliyet”, “kalite”, “servis”, “güven” ve “yeşil” kriterlerinin yer aldığı bir ANP modeli geliştirmiş ve çalışma sonucunda “yeşil” kriterinin alt kriterleri olarak modelde yer alan “çevreyle dost ürün” ve “sosyal sorumluluk” alt kriterleri en önemli alt kriterler olarak belirlemiştir.

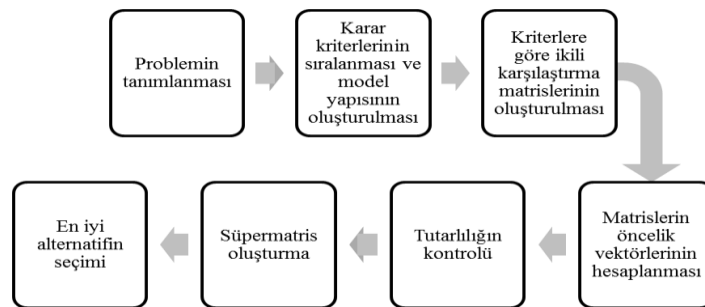
Tsui ve Wen (2012) daha önce yayınlanmış çalışmalardan derledikleri ve geliştirdikleri modelleri ile önceki çalışmalara kıyasla daha çok kriteri göz önüne aldıklarını iddia ettikleri çalışmalarında, Tayvanlı panel üreticisi bir firma için optoelektronik ve elektronik komponent üreten on tedarikçiyi, otuz kriter üzerinden değerlendirmişlerdir. Çalışmada, kriterlerin ağırlıklandırılması ve tedarikçilerin değerlendirilmesi için AHP ve PROMETHEE yöntemleri kullanılmıştır. Modelde “kalite”, “finansman”, “servis”, “teknoloji” ve “organizasyonel kültür” gibi geleneksel tedarikçi değerlendirme kriterlerinin yanı sıra “yeşil yönetim sistemi”, “tedarikçinin yeşil imajı” ve “yeşil ürün yönetimi” gibi yeşil tedarikçi seçimine yönelik kriterler de bulunmaktadır. Zhou vd. (2012) de kriterler arası ilişkileri göz önüne alan ve hem geleneksel tedarikçi seçim kriterlerini hem de yeşil tedarikçi seçimi kriterlerini bir arada kullanıldığı bir model önermiştir. ANP yönteminin kullanıldığı bu çalışmada, kimyasal üreticisi bir firma için vaka analizi yapan araştırmacılar, belirledikleri kriterler için ikili karşılaştırmalar yapmış ve en önemli kriteri “ürün kalitesi” olarak belirlemiştir. Hashemi vd. (2015) de yine kriterler arası etkileşimi göz önüne alan bir model geliştirmişlerdir. Araştırmaya konu olan yeşil tedarikçi seçimi kriterleri “kirlilik”, “kirliliğin kontrolü”, “kaynak tüketimi”, “eko-tasarım”, “çevre yönetim sistemi”, “yeşil imaj”, “yeşil yetkinlikler”, “yeşil ürün”, “eğitim”, “üst yönetim desteği” olarak belirlenmiştir. Otomotiv endüstrisinde faaliyet gösteren bir üreticinin tedarikçi seçimi için geliştirilen model için, kriterler arasında yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda en önemli kriter “kaynak tüketimi” olarak belirlenmiştir.

4. Metodoloji (Methodology)

İnsanlar karmaşık bir sorunla karşılaştıklarında söz konusu sorunu daha iyi anlayabilmek için sorunu bileşenlerine ayırmalı ve bu bileşenleri hiyerarşik bir şekilde düzenlemelidirler. Bu ihtiyacı karşılamak için ortaya atılan yöntemlerden biri olan AHP, ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert tarafından literatüre tanıtılmıştır. Daha sonra Saaty, 1977 yılında bu fikri bir model olarak geliştirerek, karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirmiştir. AHP, karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen kriterler/alt kriterler açısından karar alternatiflerinin önem değerlerini veren bir karar verme yöntemi olarak tanımlanabilir (Saaty, 2008). Yöntem bir karar hiyerarşisi üzerinde, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılarak, gerek kararı etkileyen kriterlerin/alt kriterlerin, gerekse de bu kriterler/alt kriterler açısından karar alternatiflerinin önem değerlerini belirlemek üzere karar vericiler tarafından gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalara dayanmaktadır. ANP ise araştırma konusu problemin hiyerarşik olarak modellenemediği, modelde yer alan kriterlerin ve/veya alt kriterlerin karşılıklı olarak birbirlerini etkilediği veya geri beslemelerin söz konusu olduğu durumlarda kullanılan bir yöntemdir. AHP ve ANP’de ölçüm için her soruna ilişkin amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan bir hiyerarşi ya da ağ oluşturulur. AHP’de alternatifler kriterleri, kriterler de amacı etkilemektedir. Kriterlerin alternatifleri etkilemediği, kriterlerin ve seçeneklerin kendi içlerinde birbirinden bağımsız oldukları varsayılmaktadır (Topçu, 2019). ANP ise bağımlılık ve geri beslemeleri de barındırır ve daha hassas bir ölçüme olanak tanır (Saaty, 2001). Bu çalışmada oluşturulan yeşil tedarikçi seçim modeli, bünyesinde bağımlı kriterleri barındırdığından, ölçüm yöntemi olarak ANP yöntemi seçilmiştir.

4.1. ANP: Analitik ağ süreci (ANP: Analytic network process)

Bir karar verme probleminin ANP ile çözülebilmesi için Şekil 6’da gösterilen temel adımlar izlenmelidir (Saaty, 2001).



Şekil 6. ANP ile problem çözümünün aşamaları (Stages of problem solving with ANP)

4.1.1. Problemin tanımlanması ve modelin oluşturulması (Problem structuring and model construction)

Karar verme problemlerinin tanımlanması genel olarak iki aşamadan oluşmaktadır: (i) karar alternatiflerinin saptanması ve (ii) alternatifleri kıyaslarken kullanılacak kriterlerin/alt kriterlerin saptanması. Alternatifleri değerlendirmek için kullanılacak kriterlerin/alt kriterlerin doğru belirlenmesi ve her bir kriterin/alt kriterin detaylı ve açık bir şekilde tanımlanması, ikili karşılaştırmaların tutarlı olması açısından kritik önem taşımaktadır. Bu aşamada karar vericiyi sonuca götürecektir kriter, alt kriter ve alternatifler belirlendikten sonra, bunlar arasındaki tek yönlü ve karşılıklı tüm ilişkiler ortaya konmalıdır (Saaty, 2001).

4.1.2. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve öncelik vektörlerinin hesaplanması (Pairwise comparison matrices and priority vectors)

İkili karşılaştırma matrisleri, uzmanlardan toplanan verilerle oluşturulur. Karar vericilerden, bir kerede iki elemanı (kriter, alt kriter ya da alternatif) kendi üst düzey kriterlerine göre ne kadar önemli veya etkin oldukları açısından karşılaştırılacağı bir dizi ikili karşılaştırma sorusuna yanıt vermeleri istenir. Karşılaştırmalar yapılırken göreceli önem değerleri, 1 ile 9 arasında bir ölçekle belirlenir (Saaty, 1990). 1 puan, karşılaştırılan iki elemanın üst düzey kritere göre eşit öneme sahip olduğu anlamına gelirken; 9 puan, karşılaştırılan iki elemandan birinin diğerine göre aşırı öneme sahip olduğunu gösterir. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken kümeler arası, aynı küme içinde yer alan elemanlar arası ve tüm elemanlar ile alternatifler arası karşılaştırmalardan yararlanır. Örnek bir ikili karşılaştırma matrisi aşağıda görülmektedir:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada A ikili karşılaştırma matrisini; $a_{ij}=1/a_{ji}$ olmak üzere, a_{ij} (a_{ji}), i . (j .) elemanın j . (i .) elemana kıyasla önem değerini göstermektedir ($i, j = 1, 2, \dots, n$).

İkili karşılaştırmalar tamamlandığında Eşitlik (2) kullanılarak karşılaştırılan elemanlarla ilgili yerel öncelik vektörleri belirlenebilir (Asan ve Soyer, 2009):

$$A \cdot w = \lambda_{max} \cdot w \quad (2)$$

Burada w öncelik vektörü; λ_{max} ise A ikili karşılaştırmalar matrisinin en büyük özvektörüdür. Bu aşama sonucunda, ikili karşılaştırmalar ile elde edilen öncelik vektörleri, söz konusu elemanların göreceli önem değerlerini tahmin etmek için kullanılır.

4.1.3. Süpermatris oluşturma (Supermatrix formation)

Birbirine bağımlı etkilere sahip bir sistemde global öncelikleri elde etmek için, bir önceki adımda elde edilen yerel öncelik vektörleri, 'süpermatris' olarak adlandırılan bir matrisin sütunlarına girilir. Süpermatris, aslında her matris segmentinin, bir sistemde var olan iki düğüm (elemanlar veya kümeler) arasındaki ilişkiyi temsil ettiği, bölümlenmiş bir matristir. Süpermatriste yer alan değerler iki bileşenin birbirine etkisini ifade ederken, sıfır değeri iki bileşenin birbirine etkisi olmadığı anlamına gelmektedir. Süpermatriste yer alan her sütunun toplamı bir olacak şekilde dönüştürülerek, 'ağırlıklı süpermatris' elde edildikten sonra, sistemde yer alan bileşenlerin birbirlerine olan uzun dönemli etkilerini elde etmek üzere, ağırlıklı süpermatrisin $(2k + 1)$. üssü alınır (Saaty ve Vargas, 2013). Burada k keyfi olarak belirlenen büyük bir sayıdır ve oluşan bu yeni matris, 'limit süpermatris' olarak adlandırılır. Limit süpermatris bütün sütunları aynı olan bir matristir. Bu matriste yer alana bloklar normalize edilerek, her bir elemanın öncelikleri belirlenir.

Elde edilen limit süper matris ile alternatiflerin ve kriterlerin/alt kriterlerin önem değerleri belirlenmiş olur. Eğer karar vericiler alternatifler arasında seçim yapmak istiyorsa; en yüksek önem değerine sahip alternatif en iyi seçenek olacaktır. Eğer karar vericiler kriterler arasında en önemli kriteri belirlemeye çalışıyorsa, en yüksek ağırlığa sahip kriter süreçte kritik önem taşımaktadır.

4.1.4. Tutarlılık kontrolü (Consistency check)

ANP yönteminde verilecek kararın tutarlılığı, karar vericilerin yaptıkları ikili karşılaştırmaların tutarlılıkları ile doğrudan ilgilidir. Bu sebeple karşılaştırmaların tutarlılığının ölçülmesi için Tutarlılık Oranının (CR: Consistency Ratio) hesaplanması gerekmektedir. CR hesabı için gerekli olan ve temel değer adı verilen λ katsayısının hesaplanması için A ikili karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından, D sütun vektörü elde edilir (Saaty, 1990).

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

Bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden (Eşitlik (4)) her bir değerlendirme kriterine ilişkin temel değer E_i elde edilir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

Bu değerlerin aritmetik ortalaması ise (Eşitlik (5)) karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (5)$$

λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI: Consistency Index) Eşitlik (6) yardımıyla hesaplanabilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (6)$$

Tutarlılık kontrolünde son aşama ise Rasgele Tutarlılık Endeksi (RI: Random Consistency Index) değerinin belirlenmesidir. Bunun için öncelikle Tablo 2'den modeldeki kriter sayısına karşılık gelen RI değeri seçilir ve sonrasında Eşitlik (7) kullanılarak CR değeri hesaplanır (Saaty, 1980).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

Tablo 2. RI değerleri (RI Values)(Saaty, 2002)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Hesaplanan CR değerinin %10'dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin %10'dan büyük olması ya ANP'deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir (Saaty, 1980, 2002).

4.2. ANP'de grup kararı (Group decision in ANP)

Herhangi bir problemle ilgili karar verici grubun tatmin olduğu bir kararın alınabilmesi için, değerlendirmelerin ve önceliklerin tüm grup üyeleri tarafından kabul görmesi gerekir. Bu durum ise ancak karar vericilerin bireysel önceliklerinin grubun öncelikleri ile uyumu ile mümkün olacaktır (Saaty, 2008). Saaty (2008)'e göre bireylerin önceliklerinden bir grup kararı çıkarılması için tek yol geometrik ortalama alınmasıdır. Eğer karar vericilerin konu üzerindeki uzmanlıkları ve karar üzerindeki etkileri eşit seviyede ise sonuçların doğrudan geometrik ortalamasının alınması yeterli olacaktır. Fakat grup üyelerinin yetkinlikleri ve karar verme güçleri farklı ise güçlü olan karar vericinin karar üzerindeki etkisi yükseltilerek hesaplama yapılmalıdır.

5. Geliştirilen Yeşil Tedarikçi Seçim Modeli ve Uygulama (Developed Green Supplier Selection Model and Its Application)

Dünya genelinde tüm üreticiler gelişen yeşil tedarik zinciri akımından etkilenmektedirler. Özellikle rekabet yoğunluğunun oldukça yüksek olduğu beyaz eşya sektöründe bu etki kendini günden güne daha da çok hissettirmeye başlamıştır. Bu bölümde Türkiye ve Avrupa pazarında çok önemli bir paya sahip beyaz eşya üreticilerinden birinde karşılaşılan bir tedarikçi seçim problemi ortaya konulacak ve problemin çözüm aşamaları aktarılacaktır. Bu kapsamda, çevresel etkiler göz önüne alınarak tedarikçi seçimi yapılmasına imkân veren yeni bir model önerilecek ve alternatif tedarikçiler bu modele göre değerlendirilerek, en uygun tedarikçinin seçimi sağlanacaktır.

5.1. Beyaz eşya sektörüne genel bakış (Overview of the white goods sector)

T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2013)'nın yayınladığı bir rapora göre beyaz eşya sektörü, elektrikli ev aletlerini ve dayanıklı tüketim mallarını kapsayacak şekilde tanımlanmaktadır. Beyaz eşya olarak değerlendirilen başlıca ürünler; buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, fırın, ocak, süpürge gibi temel ürünlerin yanı sıra, tost makinesi, robot, meyve presi, karıştırıcı, doğrayıcı gibi küçük ev aletleri şeklinde sıralanabilir. Ayrıca, derin dondurucu, klima, şofben, termosifon, su arıtma cihazı gibi ürünler de beyaz eşya olarak değerlendirilmektedir.

Tüm dünyada artan nüfus ve hızla gelişen teknolojinin bir sonucu olarak artan tüketim miktarlarını karşılayabilmek üzere birçok sanayi kolunda üretim miktarları artmaktadır. Bu noktada, özellikle gelişmiş ülkelerdeki artan talebi karşılamak, gelişmekte olan ülkeler için büyük bir fırsat olarak değerlendirilmektedir. Beyaz eşyada kullanılan teknolojinin belli bir olgunluğa gelmiş olması ve gelişmekte olan ülkelerin bu teknolojiyi lisans yoluyla edinebilmesi sonucunda üretim, gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere doğru kaymaktadır. Bu durum karşısında zarar görmeyen gelişmiş ülkelerdeki üreticiler ise Ar&Ge faaliyetlerine ağırlık vererek, teknolojik geliştirmelerle ürünlerinde farklılık yaratmaya çalışmaktadırlar.

Beyaz eşya sektöründe ihracat dağılımı incelendiğinde; Çin, dünya ihracatındaki % 32,8'lik payı ile en çok ihracat yapan ülkeler arasında başı çekmektedir ve Çin'in ardından Avrupa'nın en önemli beyaz eşya üreticilerinden olan Almanya % 9,2 pay ile ikinci olurken, Almanya'yı sırasıyla %8,2'lik ve %7'lik payları ile Polonya ve İtalya takip etmektedir. Türkiye, % 6,6'lık pay ile beşinci sırada yer almaktadır (T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2015). Türkiye'de faaliyet gösteren başlıca beyaz eşya üreticileri arasında, Arçelik, Beko, Altus, Aygaz, Profilo, Bosch, BSH, Vestel, Ariston ve Indesit firmaları yer almaktadır.

5.2. Problemin tanımlanması (Identification of the problem)

Çalışmada, öncelikle tedarikçi seçiminde kullanılacak yeşil tedarikçi seçim kriterleri belirlenecek, daha sonra belirlenen seçim kriterleri ANP yöntemiyle önceliklendirilecek ve bu kriterler doğrultusunda, beyaz eşyaların yüzeyinde dış etkenlerden kaynaklanması muhtemel korozyonu önlemek için kullanılan bir hammaddenin, alternatif iki tedarikçinin hangisinden satın alınması gerektiğine karar verilecektir.

5.3. Çalışma grubunun oluşturulması (Forming the decision group)

Bir kararın sonucundan etkilenecek tüm taraflar karar alma aşamasında söz sahibi olmalıdır. Bu nedenle, uygulamanın gerçekleştirildiği beyaz eşya üreticisinde, çalışmaya konu olan malzeme için yeşil tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi için satın alma, üretim mühendisliği, çevre ve kalite departmanları birlikte hareket etmiştir. Çalışmaya ilgili şirketin 4 farklı üretim tesisinin her birinden bir üretim yöneticisi, bir kalite uzmanı, bir üretim elemanı ile satın alma biriminden bir uzman ve bir yönetici olmak üzere toplam 14 kişi katılmıştır. Ayrıca Enerji ve Çevre Yöneticiliğinden bir uzmanın görüşlerinden de faydalanılmıştır.

5.4. Alternatiflerin belirlenmesi (Determination of alternatives)

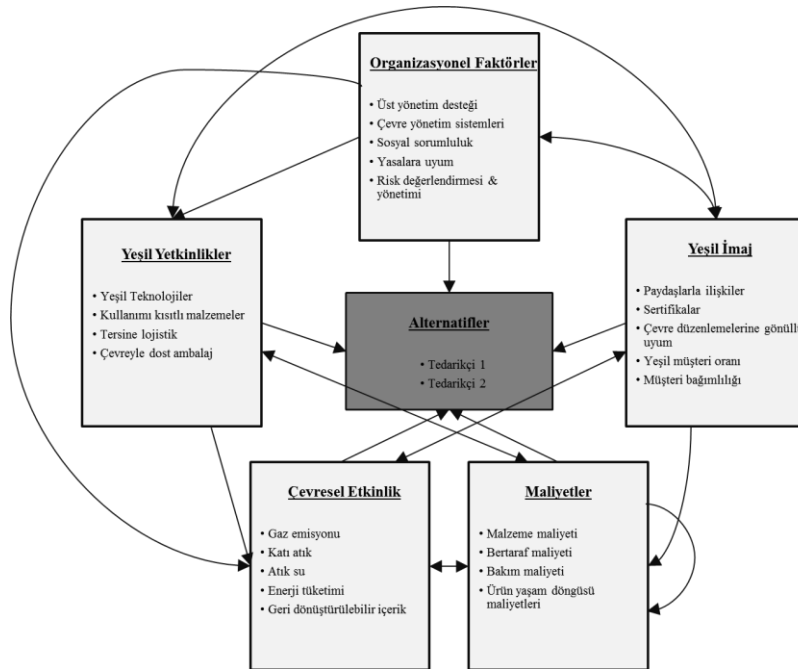
Yürütülen çalışmada yeşil tedarikçi seçim kriterlerinin önceliklendirilmesinin yanı sıra, yüzey kaplama kimyasal üreticisi iki alternatif tedarikçi arasından en uygun olanı seçilecektir. Tedarikçilerin sunduğu malzeme özellikleri, malzeme ile çalışmak için gerekli proses koşulları, üretim maliyetleri, malzeme maliyeti, proses atıkları gibi ürün yaşam döngüsü boyunca etkili olan tüm etkenler düşünülerek alternatif tedarikçiler değerlendirmeye alınmıştır. Bu tedarikçilerden biri Almanya merkezli 75 milyar € ciro lu büyük bir kimyasal üreticisi; diğeri ise Amerika merkezli 15 milyar \$ ciro lu başka büyük kimyasal üreticisidir.

5.5. Tedarikçi değerlendirme kriterlerinin/alt kriterlerinin belirlenmesi (Determination of supplier evaluation criteria/sub-criteria)

Bölüm 3.2'de "Yeşil Tedarikçi Seçimi" başlığı altında detaylı bir şekilde incelenen çalışmalarda yer alan yeşil tedarikçi seçim kriterlerinden hareketle modelde kullanılmak üzere aşağıda listelenen 5 temel değerlendirme kriteri ve bunlara ait alt kriterler belirlenmiştir

- Yeşil yetkinlikler
- Çevresel etkinlik
- Organizasyonel faktörler
- Maliyetler
- Yeşil imaj

Literatürde yer alan çalışmalardan hareketle geliştirilen, yeşil tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterler/alt kriterler ile bunlar arasındaki ilişkileri gösteren ANP modeli Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Geliştirilen yeşil tedarikçi seçim modeli (Developed green supplier selection model)

5.6. İkili karşılaştırmaların yapılması (Pairwise comparisons)

Yeşil tedarikçi seçiminde kullanılmak üzere geliştirilen ANP modelinde belirlenen ilişkiler doğrultusunda, kriterler, alt kriterler ve alternatiflerin önceliklendirilmesine yönelik ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir. İkili karşılaştırmaları yapmak üzere bir araya gelen ekibe öncelikle geliştirilen model tanıtılmıştır. Daha sonra karar vericilere ikili karşılaştırmalara yönelik fikirleri sorulmuş ve gruptan ortak karar çıkıncaya kadar tartışma devam ettirilmiştir. Değerlendirme süreci; karşılaştırılacak kriter, alt kriter ve alternatifler bilgisayardan katılımcılara gösterilerek ve gerekli yerlerde ek açıklamalar yapılarak, yaklaşık ikişer saat süren iki farklı oturumda gerçekleştirilmiştir.

Yukarıda da bahsedildiği üzere, her bir ikili karşılaştırma için karşılaştırma sonucu olarak grubun fikir birliğine vardığı değerlendirmeler esas alınmış ve 1 ile 9 puan aralığında (1 puan, karşılaştırılan iki elemanın üst düzey kriterine göre eşit öneme sahip olması; 9 puan, karşılaştırılan iki elemandan birinin diğerine göre aşırı öneme sahip olması) yapılan kıyaslamalar ile toplanan grup kararına ilişkin veriler, Super Decisions v.2.10.0 programında oluşturulan modele girilmiştir (Bkz. Şekil 8). Yapılan karşılaştırmalar için programda ilgili karşılaştırma matrislerine girilen değerlendirmelere ait tutarsızlık değerleri, kabul edilebilir eşik değer olan %10 değerinin altında çıkmıştır.

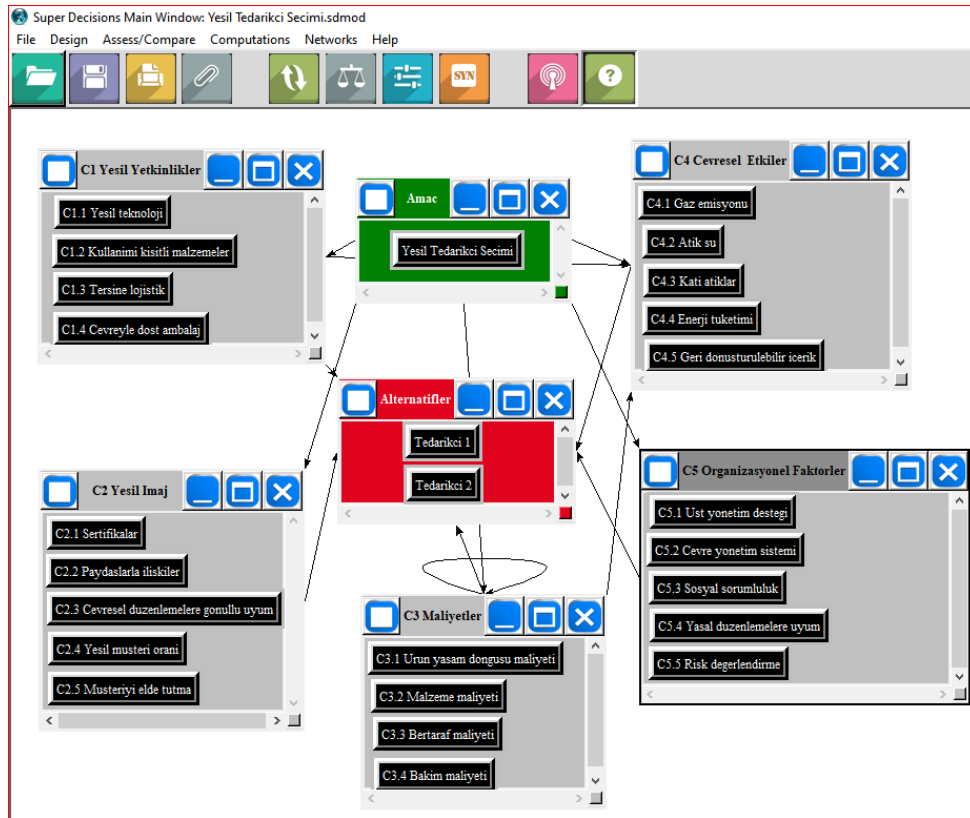
Değerlendirme sürecinde gerçekleştirilen iki oturumda, katılımcılar tarafından,

- yeşil tedarikçi seçimi açısından tüm kriterlerin ve alt kriterlerin karşılaştırması,
- alt kriterlerin, kendi kriterlerinin altındaki ilişkili oldukları alt kriterler açısından karşılaştırması (geri beslemeler),

- alt kriterlerin, diğer kriterlerin altındaki ilişkili oldukları alt kriterler açısından karşılaştırması (kümeler arası ilişkiler) ve
- tüm alt kriterler açısından alternatif tedarikçilerin karşılaştırması yapılmıştır.

Bu karşılaştırmalar yapılırken kullanılan örnek bazı sorular aşağıda verilmiştir:

- Yeşil tedarikçi seçimi açısından “yeşil imaj” kriteri mi yoksa “maliyetler” kriteri mi daha önemlidir, ne kadar?
- Yeşil tedarikçi seçimi açısından “çevresel düzenlemeye gönüllü uyum” alt kriteri mi yoksa “sertifikalar” alt kriteri mi daha önemlidir, ne kadar?
- “Maliyetler” kümesindeki “ürün yaşam döngüsü maliyeti” alt kriteri açısından, “malzeme maliyeti” alt kriteri mi yoksa “bertaraf maliyeti” alt kriteri mi önemlidir, ne kadar?”
- “Maliyetler” kümesindeki “ürün yaşam döngüsü maliyeti” alt kriteri açısından, “çevresel etkiler” kümesindeki “enerji tüketimi” alt kriteri mi yoksa “geri dönüştürülebilir içerik” alt kriteri mi önemlidir, ne kadar?”
- “Tersine lojistik” alt kriteri açısından “Tedarikçi-1” mi yoksa “Tedarikçi-2” mi daha etkindir, ne kadar?



Şekil 8. Geliştirilen yeşil tedarikçi seçim modelinin Super Decisions programı ekran görüntüsü (Screenshot of the developed green supplier selection model in Super Decisions program)

5.7. Bulgular ve değerlendirme (Findings and evaluation)

Tüm ikili karşılaştırmalar tamamlandığında, kriter, alt kriter ve alternatiflere ait öncelik değerleri hesaplanmış olmaktadır. Belirlenen bu öncelik değerleri, geliştirilen modelde yer alan tüm elemanların (kriter, alt kriter, alternatif) önem sıralarını belirlemektedir (Bkz. Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5). İlk olarak Tablo 3'te, yeşil tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterlerin önem seviyeleri özetlenmiştir. Bu değerlere göre en önemli yeşil tedarikçi seçim kriteri %32,4'lük önem değeri ile “yeşil yetkinlikler” kriteri olurken, bu kriteri sırasıyla %24,3'lük ve %22'lik önem değerleri ile “yeşil imaj” ve “maliyetler” kriterleri izlemektedir. Bu sonuçlar, geleneksel tedarikçi seçim kriterlerine kıyasla yeşil tedarikçi seçim kriterlerinin katılımcılar tarafından daha önemli olarak algılandığını ortaya koymaktadır. Modelde yer alan kriterlerden “çevresel etkiler” ve “organizasyonel faktörler” kriterleri ise sırasıyla %10,9'luk ve %10,5'lik önem değerleri en düşük öneme sahip kriterler olarak saptanmıştır.

Tablo 4'te ise yeşil tedarikçi seçiminde kullanılacak her bir alt kriterin, içinde bulunduğu küme içerisindeki diğer alt kriterlere göre göreceli önem değerleri ile global önem değerleri görülmektedir. Yapılan ikili karşılaştırmaların sonucunda, her kümedeki alt kriterler arasında tedarikçi seçimi için en önemli olanlar;

- yeşil yetkinlikler kümesi için “kullanımı kısıtlı malzemeler”,
- yeşil imaj kümesi için “paydaşlarla ilişkiler”,
- maliyetler kümesi için “ürün yaşam döngüsü maliyeti”,
- çevresel yetkinlikler kümesi için “katı atıklar” ve
- organizasyonel faktörler kümesi için “yasal düzenlemelere uyum”

olarak belirlenmiştir.

Global önem seviyelerine bakıldığında da benzer sonuçlar göze çarpmaktadır. Sırasıyla, “kullanımı kısıtlı malzemeler”, “paydaşlarla ilişkiler”, “ürün yaşam döngüsü maliyeti”, “malzeme maliyeti”, “yasal düzenlemelere uyum” ve “katı atıklar” en önemli alt kriterler olarak dikkat çekmektedir.

Çalışma sırasında belirlenen yeşil tedarikçi seçim kriterlerine göre yapılan ikili kıyaslamalar sonucunda Amerika merkezli 15 milyar \$ ciro lu kimyasal üreticisi, Almanya merkezli 75 milyar € ciro lu kimyasal üreticisine göre daha üstün çıkmıştır. Bu nedenle seçim Amerikan firması olan ikinci tedarikçi lehine sonuçlanmıştır.

Tablo 3. Yeşil tedarikçi seçim kriterlerinin önem değerleri (Priority values of green supplier selection criteria)

Kriterler	Önem Değerleri
C1 Yeşil Yetkinlikler	0,324
C2 Yeşil İmaj	0,243
C3 Maliyetler	0,220
C4 Çevresel Etkiler	0,105
C5 Organizasyonel Faktörler	0,109

Tablo 4. Yeşil tedarikçi seçimine ilişkin alt kriterlerin önem değerleri (Priority values of green supplier selection sub-criteria)

Kriterler	Alt Kriterler	Kriterler Bazında Önem Değerleri *	Global Önem Değerleri
Yeşil Yetkinlikler	C1.1 Yeşil teknoloji	0,136	0,021
	C1.2 Kullanımı kısıtlı malzemeler	0,698	0,108
	C1.3 Tersine lojistik	0,081	0,013
	C1.4 Çevreyle dost ambalaj	0,085	0,013
Yeşil İmaj	C2.1 Sertifikalar	0,184	0,021
	C2.2 Paydaşlarla ilişkiler	0,609	0,071
	C2.3 Çevresel düzenlemelere gönüllü uyum	0,121	0,014
	C2.4 Yeşil müşteri oranı	0,041	0,005
Maliyetler	C2.5 Müşteriyi elde tutma	0,044	0,005
	C3.1 Ürün yaşam döngüsü maliyeti	0,455	0,056
	C3.2 Malzeme maliyeti	0,325	0,040
	C3.3 Bertaraf maliyeti	0,146	0,018
Çevresel Yetkinlikler	C3.4 Bakım maliyeti	0,073	0,009
	C4.1 Gaz emisyonu	0,063	0,005
	C4.2 Atık su	0,146	0,012
	C4.3 Katı atıklar	0,350	0,028
	C4.4 Enerji tüketimi	0,303	0,024
Organizasyonel Faktörler	C4.5 Geri dönüştürülebilir içerik	0,137	0,011
	C5.1 Üst yönetim desteği	0,248	0,013
	C5.2 Çevre yönetim sistemi	0,091	0,005
	C5.3 Sosyal sorumluluk	0,041	0,002
	C5.4 Yasal düzenlemelere uyum	0,576	0,030
	C5.5 Risk değerlendirme	0,044	0,002

*: İlgili küme içerisinde normalize edilmiş önem değerleri

Tablo 5. Alternatif tedarikçilerin yeşil tedarik açısından etkinlik değerleri (Effectiveness of alternative suppliers in terms of green purchasing)

Alternatifler	Önem Değerleri
Tedarikçi-1	0,251
Tedarikçi-2	0,749

6. Sonuçlar ve Öneriler (Results and Recommendations)

Bu çalışmada ürün yaşam döngüsündeki basamaklardan yalnızca satın alma ve bu sürecin en önemli parçası olan tedarikçi seçimi konularına odaklanılmıştır. Üreticiler arasında yoğun rekabetin yaşandığı günümüzde, doğru tedarikçilerle sürdürülebilir ilişkilerin kurulması her zamankinden daha önemli hale gelmiştir. Bu doğrultuda üreticiler tedarikçi seçiminde birçok kriteri göz önüne almak zorunda kalmaktadır. Bu kriterler üreticilerin çalışma alanlarına, ürettikleri ürünün özelliklerine, üretim koşullarına, üretim yaptıkları lokasyondaki yasal düzenlemelere, satış yaptıkları lokasyonlardaki yasal düzenlemelere, marka imajlarına ve daha birçok farklı parametreye bağlı olarak değişebilmektedir.

Yeşil satın alma ise bir üründe hangi hammaddelerin kullanıldığı, söz konusu hammaddelerin nereden temin edildiği ve ayrıca üretilen ürünlerin nasıl bertaraf edileceği ile ilgili konuları kapsamaktadır. Bu bağlamda, çevreye dost ürünler üretmek için, kullanılan kaynakların azaltılması, üretim süreçlerinin çevreye dost olacak şekilde yeniden yapılandırılması, kullanılan ambalaj malzemelerinin ve taşıma yöntemlerinin çevreye dost olanlarla değiştirilmesi ve yeniden kullanıma öncelik verilmesi, vb. adımlar atılarak iyileştirmeler yapılması mümkündür.

Tüm bu konularda sonuç almak üzere kritik öneme sahip olan yeşil tedarikçi seçim probleminde en önemli noktalardan biri probleme uygun seçim kriterlerinin belirlenmesidir. Geleneksel tedarikçi seçimi sürecinde ilk adım ihtiyacın ve bu ihtiyaca göre çalışma kriterlerinin belirlenmesidir. Bu kriterlere uyan tedarikçiler eşit koşullarda değerlendirme kapsamına alınır ve yapılan değerlendirme sonucunda uygun tedarikçi seçilir. Burada uygun tedarikçinin seçiminde değerlendirilen başlıca kriterler; birim fiyat, talepleri zamanında karşılayabilme, kalite beklentisini karşılama, dürüst iletişim, endüstriyel bilgi ve tecrübe, esneklik, ani taleplere cevap verme hızı, finansal durum, etik standartlara uyum, referanslar, tedarikçinin büyüklüğü ve üretici ile tedarikçi arasındaki kültür uyumu şeklinde sıralanabilir. Yeşil tedarikçi seçimi ise sayılan bu kriterlerin yanında, ilave bir takım çevre odaklı kriterleri içermektedir.

Bu çalışmada yeşil satın alma ve yeşil tedarikçi seçimi konuları incelenmiş ve bu alanda yapılan çalışmalardan faydalanılarak yeni bir yeşil tedarikçi seçim modeli geliştirilmiştir. Daha sonra geliştirilen bu ANP modeli kullanılarak beyaz eşya üretiminde yüzeylerde korozyonu önlemek amacıyla kullanılan bir hammadde için tedarikçi seçimi uygulaması yapılmıştır. Çalışmada kullanılan yeşil tedarikçi seçimi kriterleri, detaylı bir literatür incelemesinin sonucunda elde edilen birçok kriter arasından probleme uygun olanların seçilmesi ile elde edilmiştir. Buradaki kriter belirleme işlemi 14 kişilik uzman bir ekip tarafından yapılmıştır. Ekipte 4 adet üretim yöneticisi, 1 adet satın alma yöneticisi, 4 adet kalite uzmanı, 4 adet üretim elemanı ve 1 adet satın alma uzmanı yer almıştır.

İlgili ekip tarafından çalışmada kullanılmak üzere belirlenen ana kriterler arasında, (i) tedarikçinin çevresel yetkinlikleri, (ii) tedarikçinin çevresel etkinliği, (iii) maliyetler, (iv) organizasyonel faktörler ve (v) yeşil imaj kriterleri yer almaktadır. Yeşil tedarikçi seçiminde kullanılmak üzere yukarıda bahsedilen beş kriterin ve bunlara ait alt kriterlerin belirlenmesinin ardından, bu kriterler/alt kriterler arası iç ve dış bağımlılıklar belirlenmiştir. Bu adımlar sonrasında elde edilen ANP modeli, Super Decisions v.2.10.0 programına aktarılmış; modeldeki kriterlere/alt kriterlere ait önem değerlerini belirlemek ve alternatif tedarikçilerden birinin seçimi için, yine aynı uzman ekip tarafından ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir. İkili karşılaştırmalar yapılırken grup kararı esas alınmış ve herhangi bir karşılaştırmaların puanlaması, uzman ekip uzlaşmaya varılıncaya kadar devam etmiştir.

Yaklaşık ikişer saat süren iki farklı oturumda gerçekleştirilen toplantılar sonucunda yeşil tedarikçi seçimi için belirlenen kriterlerin ve alt kriterlerin önem değerleri belirlenmiş ve bu araştırmaya konu olan tedarikçi seçimi yapılmıştır. Grup kararına göre tedarikçi seçiminde göz önüne alınması gereken en önemli iki ana kriter "*yeşil yetkinlikler*" ve "*yeşil imaj*" kriterleridir. Alt kriterler seviyesine inildiğinde ise en önemli ilk 5 alt kriter şu şekilde sıralanmaktadır: (i) "*kullanımı kısıtlı malzemeler*", (ii) "*paydaşlarla ilişkiler*" (iii) "*ürün yaşam döngüsü maliyeti*", (iv) "*malzeme maliyeti*" ve (v) "*yasal düzenlemelere uyum*".

Bu çalışma ile elde edilen en önemli sonuç, satın alma kararlarının artık sadece maliyet odaklı olmaktan çıktığını ve tedarikçilerin yeşil algılarının ve yetkinliklerinin de alım kararlarında etkili olduğunu göstermesidir. Bu sonuç daha önce literatürde gerçekleştirilen çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the authors.

Kaynaklar (References)

- Asan, U., & Soyer, A. (2009). Identifying strategic management concepts: An analytic network process approach. *Computers & Industrial Engineering*, 56(2), 600–615.
- Büyüközkan, G., & Çifçi, G. (2011). A novel fuzzy multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection with incomplete information. *Computers In Industry*, 62(2), 164–174.
- Büyüközkan, G., & Çifçi, G. (2012). A novel hybrid MCDM approach based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy TOPSIS to evaluate green suppliers. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3000–3011.
- Büyüközkan, G., & Vardaloğlu, Z. (y.y.). Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi. 1–15.
- ÇEVKO. (y.y.). Ambalaj Nedir?
https://www.cevko.org.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=25&Itemid=138&lang=tr
- Chiou, T.-Y., Chan, H. K., Lettice, F., & Chung, S. H. (2011). The influence of greening the suppliers and green innovation on environmental performance and competitive advantage in Taiwan. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(6), 822–836.
- Copacino, W. C. (1996). Seven supply-chain principles. *Traffic Management*, 35(1), 60.
- Gavronski, I., Klassen, R. D., Vachon, S., & do Nascimento, L. F. M. (2011). A resource-based view of green supply management. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(6), 872–885.
- Green, K., Morton, B., & New, S. (1996). Purchasing and environmental management: interactions, policies and opportunities. *Business Strategy and the Environment*, 5(3), 188–197.
- Gungor, A., & Gupta, S. M. (1999). Issues in environmentally conscious manufacturing and product recovery: a survey. *Computers & Industrial Engineering*, 36(4), 811–853.
- Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R., & Melnyk, S. A. (2002). Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 141(1), 70–87.
- Hashemi, S. H., Karimi, A., & Tavana, M. (2015). An integrated green supplier selection approach with analytic network process and improved Grey relational analysis. *International Journal of Production Economics*, 159, 178–191.
- Hsu, C.-W., & Hu, A. H. (2009). Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process. *Journal of Cleaner Production*, 17(2), 255–264.
- Igarashi, M., de Boer, L., & Fet, A. M. (2013). What is required for greener supplier selection? A literature review and conceptual model development. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 19(4), 247–263.
- Ijomah, W. L., Childe, S., & McMahon, C. (2004). Remanufacturing: A key strategy for sustainable development. *Proceedings of the 3rd International Conference on Design and Manufacture for Sustainable Development*.
- İstanbul Sanayi Odası. (2002). KOBİ'ler için çevre yönetim sistemi rehberi.
- Jorge, R., Martin, R., & Athena, S. (2006). *Green Purchasing: A Guide for Local Governments and Communities*.
- Lee, A. H. I., Kang, H.-Y., Hsu, C.-F., & Hung, H.-C. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Systems with Applications*, 36(4), 7917–7927.
- Lin, C.-T., Chen, C.-B., & Ting, Y.-C. (2012). A green purchasing model by using ANP and LP methods. *Journal of Testing and Evaluation*, 40(2), 203–210.
- Little, A. D. (2003). *The Business Case for Corporate Responsibility*No Title.
- Lu, L. Y. Y., Wu, C. H., & Kuo, T.-C. (2007). Environmental principles applicable to green supplier evaluation by using multi-objective decision analysis. *International Journal of Production Research*, 45(18–19), 4317–4331.
- Mason, T. (1996). Getting your suppliers on the team. *Logistics Focus*, 4, 10–12.
- Min, H., & Galle, W. P. (1997). Green purchasing strategies: trends and implications. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 33(2), 10–17.
- Min, H., & Galle, W. P. (2001). Green purchasing practices of US firms. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(9), 1222–1238.
- Myers, J. H., & Alpert, M. I. (1968). Determinant buying attitudes: meaning and measurement. *Journal of Marketing*, 32(4), 13–20.
- Noci, G. (1997). Designing 'green' vendor rating systems for the assessment of a supplier's environmental performance. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 3(2), 103–114.
- Olugu, E. U., Wong, K. Y., & Shaharoun, A. M. (2011). Development of key performance measures for the automobile green supply chain. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(6), 567–579.
- Ragatz, G. L., Handfield, R. B., & Scannell, T. V. (1997). Success factors for integrating suppliers into new product development. *The Journal of Product Innovation Management*, 14(3), 190–202.
- Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234–281. [https://doi.org/10.1016/0022-2496\(77\)90033-5](https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5)
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9–26.
- Saaty, T. L. (2001). *Decision-making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. RWS Publications.
- Saaty, T. L. (2002). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *Scientia Iranica*, 9(3), 215–229.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2013). *Decision Making with the Analytic Network Process: Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks* (2nd baskı). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7279-7>
- Sarkis, J. (2001). Manufacturing's role in corporate environmental sustainability - Concerns for the new millennium. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(5/6), 666–686. <https://doi.org/10.1108/01443570110390390>

- Sarkis, J. (2003). A strategic decision framework for green supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 11(4), 397–409.
- Sarkis, J., & Rasheed, A. (1995). Greening the manufacturing function. *Business Horizons*, 38(5), 17.
- Sarkis, J., Zhu, Q., & Lai, K. (2011). An organizational theoretic review of green supply chain management literature. *International Journal of Production Economics*, 130(1), 1–15.
- Shaik, M., & Abdul-Kader, W. (2011). Green supplier selection generic framework: a multi-attribute utility theory approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 4(01), 37–56.
- Sofres, T. N. (2001). The European survey on socially responsible investment and the financial community.
- SPN. (2007). Guide to the Business Case & Benefits of Sustainability Purchasing.
- T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2013). Beyaz Eşya Sektörü Raporu (2013/1).
- T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. (2015). Beyaz Eşya Sektörü Raporu.
- Testa, F., Iraldo, F., Frey, M., & Daddi, T. (2012). What factors influence the uptake of GPP (green public procurement) practices? New evidence from an Italian survey. *Ecological Economics*, 82, 88–96.
- Topçu, Y. İ. (2019). Analitik hiyerarşi ve ağ süreci. www.ilkertopcu.net
- Tsui, C.-W., & Wen, U.-P. (2012). Developing the green supplier selection procedure based on analytical hierarchy process and outranking methods. *Proceedings of the 3rd International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 299–307.
- Uttam, K., Faith-Ell, C., & Balfors, B. (2012). EIA and green procurement: Opportunities for strengthening their coordination. *Environmental Impact Assessment Review*, 33(1), 73–79.
- Walker, H., & Brammer, S. (2012). The relationship between sustainable procurement and e-procurement in the public sector. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 256–268.
- Warner, K. E., & Ryall, C. (2001). Greener purchasing activities within UK local authorities. *Eco-Management and Auditing: The Journal of Corporate Environmental Management*, 8(1), 36–45.
- Yen, Y.-X., & Yen, S.-Y. (2012). Top-management's role in adopting green purchasing standards in high-tech industrial firms. *Journal of Business Research*, 65(7), 951–959.
- Zhou, R., Ma, X., Li, S., & Li, J. (2012). The green supplier selection method for chemical industry with analytic network process and radial basis function neural network. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 4(4), 147–158.
- Zhu, Q., Dou, Y., & Sarkis, J. (2010). A portfolio-based analysis for green supplier management using the analytical network process. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(4), 306–319. <https://doi.org/10.1108/13598541011054670>
- Zhu, Q., & Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Operations Management*, 22(3), 265–289.
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Geng, Y. (2005). Green supply chain management in China: pressures, practices and performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(5), 449–468. <https://doi.org/10.1108/01443570510593148>
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2007). Green supply chain management: pressures, practices and performance within the Chinese automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 15(11–12), 1041–1052.