

Değer Akış Haritalamada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Uygulanması

Analytic Hierarchy Process Application in Value Stream Mapping

Onur ÖZVERİ

Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, (onur.ozveri@deu.edu.tr)

Pembe GÜÇLÜ

Araş.Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, (pembe.guclu@deu.edu.tr)

ÖZ

Anahtar Kelimeler:

Analitik Hiyerarşi Süreci
Değer Akış Haritası

Son yıllarda organizasyonlarda yaygın olarak kullanılan süreç yönetimi tekniği ile işlerin akışı etkin olarak yönetilebilmektedir. Süreçlerin işleyişleri sırasında kullanılan kaynakların (zaman, materyal, iş gücü vb.) değerlendirilmesi ve verimliliklerinin sorgulanması gerekmektedir. Değer akış haritaları ile süreçler arasındaki malzeme, bilgi ve zaman akışlarının detaylı haritaları çıkarılabilmektedir. Oluşturulan bu kaynak kullanım haritaları ile kaynakların fotoğrafı çekilmiş olmakta, sürece değer katan ve değer katmayan faaliyetler daha net olarak görülebilmektedir. Organizasyondaki uzmanlar tarafından bu haritalar üzerinde iyileştirilecek noktalar belirlenmekte ve gerekli iyileştirmeler yapılmakta, daha sonra kazanımlar değerlendirilmektedir. Değer akış haritalarında iyileştirilecek noktaların seçiminde genellikle uzman görüşleri veya toplantıları yapılarak karar verilmektedir. Bu çalışma ile değer akış haritalarında iyileştirme noktalarının seçiminde nicel yöntem olarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)'nin nasıl kullanılabileceği değerlendirilmiştir. Bu amaçla çalışmada ilk olarak ayakkabı sektöründe faaliyet gösteren bir işletme için mevcut durum değer akış haritası çizilmiştir. Ardından uygulamanın yapıldığı firmada ilgili uzmanlar ile iyileştirilmesi düşünülen noktalar belirlenmiş ve AHP yöntemi uygulanarak, iyileştirilecek noktalar seçilmiştir. Gerekli iyileştirmeler yapıldıktan sonra sonuçlar değerlendirilmiş ve yapılan iyileştirmelerin olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür.

ABSTRACT

Key Words:

Analytic Hierarchy Process
Value Stream Mapping

Work flows can be managed effectively by process management techniques that widely used in organization in recent years. Evaluation of the resources (time, material, labor, etc.) used in operation of the processes and investigation of their efficiency are necessary. The material, information and time flows can be mapped in detail by value stream maps. Recourses are being photographed, value added and no-value added activities can be seen more clearly with these generated resource usage maps. Improvement points are determined by experts in the organization on these maps and required improvements are made and then the achievements are evaluated. Expert opinions are generally used to select the improvement points in value stream mapping. In this paper, how AHP (Analytic Hierarchy Process) can be used as a quantitative method to select the improvement points in value stream mapping is evaluated. For this purpose, firstly the current state value stream map is drawn for a company that carries on its activities in footwear industry. Then the intended improvement points were considered by relevant experts were determined and By applying AHP method the improvement points were selected. After the necessary improvements had made, results were evaluated and it was seen that the improvements were given positive results.

1. GİRİŞ

Yalın düşüncede kritik başlama noktası “değer” dir. “Değer” müşteri tarafından tanımlanır, üretici tarafından yaratılır ve belirli bir ürünün/hizmetin, belirli bir zamanda ve belirli fiyata müşterinin ihtiyacını karşıladığı zaman ortaya çıkar (Womack ve Jones, 2003: 16). Değer akışı ise belirli bir ürünü, hizmeti ya da ürün hizmet kombinasyonunu üretmek için gerekli olan içsel operasyonların yanında, tüm tedarik zinciri genelinde değer katan ve değer katmayan faaliyetlerin tümüdür (McDonald et al., 2002: 214). Değer akış görüşünü benimsemek; sadece bireysel süreçlerle, büyük resim üzerinde çalışmak ve parçanın optimizasyonunu sağlamak değil, bütünü geliştirmek anlamına gelmektedir (Rother ve Shook, 2009: 1). Değer akış haritası, üretim sisteminin mevcut ve gelecek durumunu gösteren, kullanıcıların süreçte israfı açan ve elimine edilmesi gereken faaliyetlerin neler olduğunu anlamalarını sağlayan bir haritadır (Lovelle,2001: 27). Değer akış analizi ile süreçlerdeki (1) Değer katan adımlar (2) Değer katmayan ancak mevcut durumda gerekli olan adımlar (3) Değer katmayan ve bir an önce ortadan kaldırılması gereken adımlar belirlenir (Womack ve Jones, 2003: 20).

ÖZVERİ-GÜÇLÜ

İlk ortaya atıldığı 1997 yılından, 2002 yılına kadar Değer Akış Haritalama ile ilgili kayda değer sayıda çalışma yapılmamış olsa da, 2002 yılından günümüze kadar çalışma sayısında hızlanan bir ivme ile artış olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmaların bazıları sadece haritalama ile ilgili iken, bazılarında ise haritalama ile birlikte bir takım sayısal teknikler de kullanılmıştır.

Bu çalışmada, değer akış haritalamada iyileştirme noktalarının seçiminde çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu amaçla çalışmanın ilerleyen bölümlerinde Değer Akış Haritalamanın adımları ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile ilgili genel bilgiler verildikten sonra, İzmir’de faaliyet gösteren ayakkabı tabanı ve ayakkabı üretimi gerçekleştiren bir işletme için yapılmış olan uygulamaya yer verilmiş, sonuç ve değerlendirmeler sunulmuştur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

İşletmelerde yalın dönüşümün gerçekleşmesinin araçlarından biri olarak görülen değer akış haritalamanın adı ilk olarak Hines ve Rich (1997, 1999) tarafından anılmış olsa da yöntem, ayrıntılı olarak Rother ve Shook’un “Görmeyi Öğrenmek (Learning to See)” (1999) eseri ile tanınmıştır. Yazarlar, değer akış haritalarını tanımlamış ve mevcut durum değer akışının belirlenmesinden sonra, gelecekte ulaşılmak istenen yalın değer akış haritasının çizilmesini ve arzu edilen değişimlerin nasıl gerçekleştirileceğini detaylı olarak ele almışlardır. Bu çalışmanın yayınlanmasından sonra, uygulanmasının kolay olması, iş süreçlerinin değer oluşturmaya tüm faaliyet ve işlemlerden arındırılmasını ve mevcut problemleri tespit etme imkanı sağlamasından dolayı, değer akışı haritalama yöntemi üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Hines vd. (1999), bir süreç kıyaslama aracı olarak elektrik, elektronik ve mekanik aksam dağıtımını yapan bir tedarik ağının geliştirilmesi için değer akış haritalamayı kullanmışlardır. Khaswala ve Irani (2001) yalın düşünce, değer akışı haritalama yöntemi, yöntemin avantajları ve dezavantajları, değer akışı haritalama yönteminin başarısını sınırlayan faktörleri vb. konuları ele alarak değer akış haritalama yöntemini ayrıntılı olarak değerlendirmiştir. Kalsaas (2002), Hidro Otomotiv Üretim Sisteminde yalın üretim uygulamasının bir aracı olarak Porsche marka araçların arka aksamının üretilmesi süreci için değer akışı haritalama yöntemini kullanmış ve sağlanan gelişmeleri karşılaştırmalı olarak sunmuştur. McManus ve Millard (2002) değer akış haritalama yönteminin yalın ürün geliştirme sürecinde kullanımı üzerine havacılık ve uzay sanayinde uygulamalı bir çalışma yapmışlardır.

Gutierrez vd. (2003), uluslararası bir üretim işletmesinin lojistik sisteminin mevcut problemlerinin tanımlanması ve sistemin yalın üretim prensiplerine dayalı olarak geliştirilmesi amacıyla değer akışı haritalama yöntemini kullanmışlardır. Uygulama neticesinde mevcut durum değer akışı haritası ve geliştirilen süreçlerin değer akışı haritası aracılığı ile belirlenen iş süreleri farklılıklarının karşılaştırmasını sunmuşlardır. Koelling vd. (2005), sağlık sektöründe iş süreçlerinin yalın düşünce ile iyileştirilmesi amacıyla bir hastanenin ara bakım ünitesinde değer akış haritalama yöntemini kullanmışlardır. Fontanini ve Picchi (2004) alüminyum sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin tedarik zincirinde değer akışı makro haritalama uygulaması yaparak bir vaka çalışması sunmuştur.

Seth ve Gupta (2005), otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede verimlilik iyileştirmesi için değer akış haritalamayı kullanmışlardır. Çalışmalarının sonucunda kişi başına üretimde artış ile verimliliği etkileyen üretim içi stoklarda ve nihai ürün stokunda azalma olduğunu belirtmişlerdir. Braglia vd. (2006), kompleks iş süreçleri için yeni bir değer akış haritalama yaklaşımı sunmuş ve buzdolabı üretimi yapan bir işletmede bu yeni değer akışı haritalama yönteminin uygulamasını yapmışlardır.

Chitturi vd. (2007), mevcut durum değer akışı haritasının geliştirilmesi aşamasında cevaplanması gereken soruları ve gelecekte ulaşılmak istenen değer akışının nasıl gerçekleştirileceği ile ilgili konulara değinmişlerdir. Seth vd. (2007), Hindistan’da pamuk yağı üretimi yapan bir işletmede üretim sürecinin gereksiz zaman kullanımı ve atıklardan arındırılması amacıyla değer akışı haritalama yöntemini kullanmışlardır. Lasa vd. (2008), değer akış haritalama yöntemini ve değer akışı haritalama sürecinde kullanılan araçların değerlendirmesini bir uygulama üzerinde ele almıştır. Prabhu vd.(2008), Hintli bir nakliye firmasının iş süreçlerinin iyileştirilmesi ve gereksiz aktivitelerin belirlenerek süreçlerin geliştirilmesi amacıyla değer akışı haritalama yöntemi kullanmışlardır.

Singh vd. (2010), çalışmalarında değer akışı haritalama yöntemi ile ilgili kapsamlı bir literatür taraması yapmışlardır. Literatürde yer alan çalışmaları değinilen konulara ve türlerine göre sınıflandırarak, Hindistan’da üretim sektöründe bir vaka çalışmasına yer vermiştir. Jimmerson (2010) kitabında sağlık sektöründeki israfları tanımlamış ve sağlık kuruluşlarının yalın işletme mantığı ile yönetilebilmesi için değer akışı haritalama yönteminin kullanımını ele alarak, vaka çalışması yoluyla örneklendirmiştir. Turgut, 2010 yılındaki tez çalışmasında, bir hazır giyim işletmesinin üretim ve pazarlama süreçlerinin değer akış haritalamasını yapmış ve süreci iyileştirecek önerilerde bulunmuştur. Alaca ve Ceylan (2011), beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren bir firmada değer zinciri analizini değer akış haritalama yoluyla gerçekleştirmişler ve uygulama sayesinde çarpıcı iyileşmeler olduğunu ifade etmişlerdir.

Bu çalışmalara ek olarak bazı yazarlar değer akışı haritalama yönetiminin uygulanması ve gerçekleştirilen değişimlerin analiz edilmesi amacıyla simülasyon modelleme yöntemini de kullanmışlardır. Lian ve Langdeghem (2002), değer akışı haritalamayı simülasyon tabanı ile kullanarak değer akış haritalamanın kağıt-kalem işi olmasının getirdiği dezavantajları (zaman alıcı, dinamik yapıyı detaylandıramaması) elimine etmeyi amaçlamışlardır. Yine 2002 yılında McDonald vd., değer akışı haritalama yönteminde mevcut durum değer akışı haritasının oluşturulmasından sonra, süreçlerin geliştirilmesi ve

ulaşılacak istenen değer akışının belirlenmesi için simülasyon modelleme yönteminin bir araç olarak kullanılabilirliğini ifade etmişlerdir.

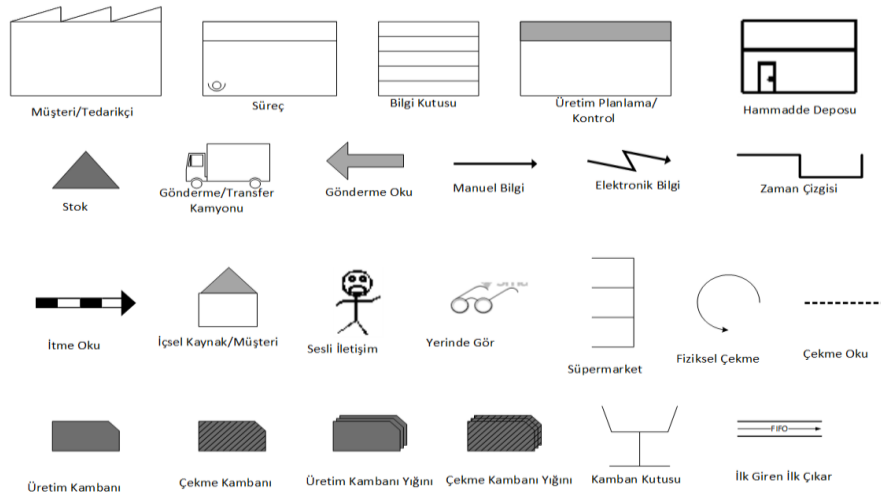
Abdulmalek ve Rajgopal (2005) yalın üretim aracı olarak değer akışı haritalama yönteminin bir çelik üretim işletmesinde uygulamasını ve sonuçların bir simülasyon uygulaması ile test edilmesini ele almıştır. Lian ve Landeghem (2007), çalışmalarında değer akış haritalama paradigmasının simülasyon ile kullanımına nasıl adapte edileceğini göstermişler ve mevcut durum ile gelecek durum senaryolarını otomatik olarak haritalayan bir modelleme yöntemi ortaya koymuşlardır. Yu vd. (2009), çalışmalarında değer akışı haritalama yöntemini kullanarak ev inşaatı süreci için yalın bir model oluşturmuşlar ve bir simülasyon deneyi aracılığı ile modelin sağladığı avantajlar ve gerçekleştirilen değişiklikleri test etmişlerdir.

Yapılan çalışmaların bazılarında değer akış haritalamanın içinde farklı sayısal tekniklerin de kullanıldığı görülmektedir. 2006 yılında Singh vd. bir döküm birimi için değer akış haritalamayı kullanmışlardır. Çalışmada, kullanılacak değer akış haritalama araçlarının seçiminde bulanık mantık tabanlı sezgisel bir yöntem kullanılmıştır. Lu vd. (2011), talep belirsizliği altında faaliyet gösteren TFT-LCD üreten bir firmanın üretim sürecinin değer akış haritası için simülasyon uygulaması kullanmış ve çok kriterli karar verme tekniklerinden TOPSIS yöntemi ile en iyi senaryonun seçimini yapmışlardır. Dotoli vd. (2011), bir forklift kamyonu üretim sürecinin mevcut durum haritasında tespit edilen iyileştirme noktalarının seçiminde analitik hiyerarşi sürecini kullanarak sonuçları değerlendirmişlerdir.

Değer akış haritalama, çeşitli yazarlar tarafından ofis süreçlerinin yalınlaştırılmasında da kullanılmıştır (Keyte ve Locher, 2004; Tapping ve Shuker, 2003; Chen ve Cox, 2012). Ayrıca, Wills (2009), enerji ve çevre yönetimi konularından yola çıkarak yeşil israflar ve yeşil değer akış haritalama kavramlarını literatüre kazandırmıştır.

3. DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİ

Değer Akış Haritalama, dört temel adımı olan bir yöntemdir (Rother ve Shook, 2009; 9); (1) Ürün Ailesinin Seçimi, (2) Mevcut Durum Haritasının Çizimi, (3) Gelecek Durum Haritasının Çizimi, (4) Faaliyet Planının Hazırlanması ve Uygulanması. Değer Akış Haritalama, tek bir ürün ailesi için fabrika içinde tedarikçiden müşteriye kadarki süreç adımları boyunca yürümek ve bu adımları çizmek demektir (Rother ve Shook, 2009: 6). Bu nedenle ilk olarak değer akışının haritası çizilecek olan ürün ailesinin seçimi ile başlanmalıdır. Ürün ailesi, benzer süreç adımlarını izleyen, üretimi esnasında benzer ekipmanların kullanıldığı ürün grubudur.



Şekil 1. Değer Akış Haritasında Kullanılan Genel Semboller

İkinci aşamada çizilen Mevcut Durum Haritasının amacı, süreci ayrıntılı bir şekilde resimleyerek israfları ortaya koymaktır. Şekil 1'deki ikonlar kullanılarak süreçteki değer akışları görsel olarak özetlenir. Mevcut durum haritası çizilirken müşteriye, tedarikçiye, çalışma sürelerine, süreç kontrolüne ve süreç adımlarına ilişkin çeşitli bilgilere ihtiyaç duyulur.

Bir Değer Akış Haritası üç bölümden oluşur (Nash ve Poling, 2008: 2);

- *Süreç ya da Ürün Akışı:* Mevcut iş akış haritasından yola çıkılarak, tedarikçilerle başlayıp müşteri ile sona erecek şekilde soldan sağa doğru çizilir.
- *İletişim ya da Bilgi Akışı:* Formal veya informal iletişimleri, değer katan ya da değer katmayan tüm bilgi akışlarını gösterir.

ÖZVERİ-GÜÇLÜ

- *Zaman Çizgisi ve Ulaşım Mesafeleri (Travel Distances)*: Değer Akış Haritasının en altında yer alan, süreçteki değer katan ve değer katmayan zamanları gösteren çizgiye zaman çizgisi, süreç boyunca hareket edilen fiziksel mesafeleri gösteren çizgiye de ulaşım mesafesi çizgisi denir.

Üçüncü aşamada oluşturulan gelecek durum haritası, değer akış haritalamada bir amaçtır. Gelecek durum haritasını oluşturmak için mevcut durum haritasının bir kopyası üzerinde iyileştirme yapılması gereken noktalar tespit edilir ve gelecek durum simgeleri ile işaretlenir. Daha sonra yapılabilecek iyileştirmeler belirlenerek gelecek durum haritası oluşturulur. Gelecek durum haritası oluşturulduktan sonra faaliyet planı hazırlanır. Harita üzerinde belirlenen değişimler gruplandırılır, öncelik sırasına dizilir, uygulamaya konulur ve sonuçlar değerlendirilir. Yapılan iyileştirmeler sonucunda gelecek durum haritasına ulaşılmış olmak için bittiği anlamına gelmez. Ulaşılmış olan gelecek durum haritası sürekli iyileştirme kapsamında yeni bir mevcut durum haritasıdır.

İyileştirilecek noktaların sıralanmasında analitik bir yöntem kullanılmadığı takdirde bir çevrim içinde iyileştirmeler şu sıraya göre yapılır (Rother ve Shook, 2009: 90);

1. Takt zamanına göre çalışan sürekli akış geliştirilir,
2. Üretimi kontrol etmek için çekme sistemi kurulur,
3. Seviyelendirme yapılır,
4. Sürekli olarak israfları ortadan kaldırmak, parti büyüklüğünü azaltmak, süpermarketleri küçültmek ve sürekli akışın alanını genişletmek için kaizen çalışmaları yapılır.

Sıralama durumdan duruma farklılık gösterebilir. Öncelikler belirlenirken bir takım anahtar performans göstergeleri (KPI – Key Performance Indicator) ya da kriterler göz önünde bulundurulur. Bu kriterlerden bazıları şunlar olabilir (Nash ve Poling, 2008; 229-230);

- Tamamlanması hızlı ve kolay olan,
- İşgücü tarafından en açık şekilde görülebilen,
- Müşteri/tedarikçi/çalışanlar tarafından en büyük problem olarak görülen,
- Müşteri tatminini ilgilendiren,
- Yatırımın geri dönüşünde en büyük etkisi olan,
- Yatırımın geri dönüşünde en hızlı etkisi olan,
- Çalışanların değişimi kabullenmesini kolaylaştıran,

Bu çalışmada iyileştirmelerin sırasının daha sistematik ve nicel karar verme tekniklerinden yararlanılarak belirlenmesi amacıyla çok kriterli bir teknik olan Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılmıştır.

4. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHP)

Analitik hiyerarşi süreci (AHP – Analytical Hierarchy Process), problemleri hiyerarşik bir yapıda ele alan ve ikili karşılaştırma mantığına dayanan çok kriterli bir karar verme tekniğidir. İkili karşılaştırmalar, karar sorununda yer alan elemanların önceliklerinin birbiriyle karşılaştırılmasıyla bulunur. Karar verebilmek, yöneticiler için sorumluluk gerektiren ve iyi düşünülmesi gereken bir konudur. Bir konuda nihai kararı vermek demek, bunun olumlu ve olumsuz sonuçlarına katlanmayı da kabul etmek demektir. Verilen bir karar sonucunda elde edilecek faydanın en üst düzeyde olması beklenirken, oluşacak olumsuzluklarının da en az düzeyde olması beklenir. AHP ilk çıkışından itibaren karar vericiler ve araştırmacılar tarafından bir çok alanda uygulanmıştır. AHP'nin uygulama alanları, alternatifler arasında seçim yapma, fayda maliyet analizleri, dağıtım, planlama ve geliştirme, önceliklerin belirlenmesi, karar verme, tahminleme sorunları olarak sıralanabilir (Özdemir ve Özveri, 2004: 141)

Karar vericilerin, karar vermelerine yardımcı olan çeşitli yöntemler mevcuttur, AHP de bu yöntemlerden birisidir. 1970 lerde Saaty tarafından ilk defa kullanılmaya başlanan AHP, 1980 (Saaty, 1980) yılında yazarın ilk kitabı ile literatüre girmiştir. AHP nin diğer karar modellerinden farkı, kararları hiyerarşik bir düzen olarak ele almasıdır. Kararlar oluşturulurken hiyerarşinin her aşamasında karar vericiler ikili karşılaştırmaları yapmakta ve yapılan ikili karşılaştırmalar ile elde edilen karar matrislerinin tutarlılığı, tutarlılık oranı (Consistency Ratio-CR) ile kontrol edilebilmektedir. İkili karşılaştırmalar matrisi oluşturulurken karar verici A'nın, B den 2 kat önemli olduğunu ve B'nin de, C'den 3 kat önemli olduğunu ifade ederse, karar vericinin A'nın, C'den (2x3=6) 6 kat daha önemli olduğunu ifade etmesi beklenir. İşte bu mantıkla hesaplanan CR oranı 0.10' dan küçük olduğunda, elde edilen karar matrisinin tutarlı olduğu ifade edilir (Belton, 1986: 11).

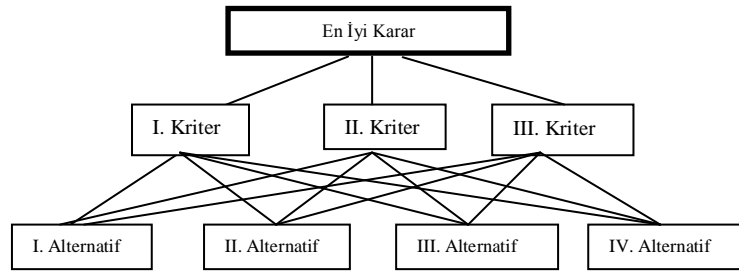
Karar modellerinin hiyerarşi ile ifade edilmesi sayesinde; en üstten, en alt seviyeye kadar her noktada öncelikler net bir şekilde görülebilmektedir. Bu sistem içersinde, herhangi bir seviyedeki elemanın, bir üst seviyedeki elemanı nasıl etkilediği belirlenebilmektedir. AHP'de oluşturulan kriterler ve kararlar, karar vericiler tarafından ikili karşılaştırmalar ile

değerlendirilir. Her ikili karşılaştırmada, karar verici 1-9 arasında bir puan ile iki seçenektan birini değerlendirir (Saaty, 1991:18). Her bir puanın anlamı Tablo.1 de görülmektedir.

AHP bir karar sorununu amaç, kriterler ve alternatifler şeklinde hiyerarşik bir yapı ile ifade eden bir yöntemdir. Uygulamada bu hiyerarşi zaman zaman kompleks yapılar da gösterebilmektedir. AHP kompleks yapılarda dahi etkili bir şekilde uygulanabilmekte ve hem nitel hem de nicel verileri kullanabilmektedir. Saaty tarafından geliştirilen yöntem aşağıdaki şekilde uygulanır (Saaty, 1980: 6-24),

- I.Karar alternatiflerinin belirlenmesi,
- II.Karar kriterlerinin belirlenmesi,
- III.Karar hiyerarşisinin kurulması.

Şekil.2’de alternatif ve kriterlerden oluşan bir karar hiyerarşisi görülmektedir.



Şekil.2. Örnek Bir Karar Hiyerarşisi

IV.İkili karşılaştırmalar matrislerinin oluşturulması: Karar vericinin iki kriter veya alternatifi karşılaştırırken belirlediği önemdir. Tablo.1’de karar vericinin iki kriter veya alternatifi karşılaştırırken kullandığı değerler ve ifade ettiği anlamlar görülmektedir.

Tablo 1. İkili Karşılaştırmalarda Kullanılan Önem Değerleri ve Tanımlar

Önem Derecesi	Tanımı
1	Eşit Önemli
3	Orta Önemli
5	Güçlü Önemli
7	Çok Güçlü Önemli
9	Aşırı Önemli
2,4,6,8	Ara Değerler

Kaynak: Saaty, 1987, s:163

C_1, C_2, \dots, C_n , karar hiyerarşisinin herhangi bir aşamasındaki elemanlar olsun. C_i ve C_j lerin ikili karşılaştırmalarından oluşan matris $n \times n$ lik A matrisi olarak ifade edilsin. a_{ij} de ikili karşılaştırmalar matrisinin değerleri olsun ($i, j = 1, 2, \dots, n$). Böylece ikili karşılaştırmalardan oluşan A matrisi aşağıdaki gibidir (Saaty, 1988: 22),

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (1)$$

ÖZVERİ-GÜÇLÜ

A matrisinde,

- i. $a_{ij} = \alpha$ ise $a_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$
- ii. C_i ve C_j eşit derecede öneme sahipse ($i = j$), $a_{ij} = a_{ji} = 1$ olur.

V.Sentez: İkili karşılaştırmalar matrisi kullanılarak, önceliklerin belirlenmesi aşamasıdır. İkili karşılaştırmalar matrisinin sentezi aşağıdaki üç aşama ile gerçekleştirilir (Anderson vd.,1999:477-478),

1. İkili karşılaştırmalar matrisinin her sütunundaki değerler toplanır,
2. İkili karşılaştırmalar matrisindeki her eleman, kendi sütun toplamına bölünür. Elde edilen matris normalize edilmiş matris olarak adlandırılır,
3. Normalize edilen ikili karşılaştırmalar matrisinin her bir satırındaki elemanların ortalaması hesaplanır. Elde edilen bu ortalamalar öncelik sıralamasına yönelik tahmin değerleridir. Bu değerlerden oluşan öncelikler aşağıdaki şekilde w sütun vektörü olarak ifade edilir,

$$w = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad w_i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

VI.Tutarlılık: Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio = CR)'nın 0,10'dan küçük olması durumunda, ikili karşılaştırmalar matrisinin geçerli olduğu sonucuna varılır. Tutarlılık oranı aşağıdaki adımlar ve formüller ile hesaplanır (Saaty, 1990:13),

- i. İkili karşılaştırmalar matrisi A ile w matrisi çarpılır ve ağırlıklandırılmış toplamlar matrisi olan Aw elde edilir,
- ii. Elde edilen Aw matrisi, w matrisine bölünerek $\frac{Aw}{w}$ matrisi bulunur,
- iii. $\frac{Aw}{w}$ matrisindeki değerlerin aritmetik ortalaması hesaplanarak maksimum λ_{\max} bulunur,
- iv. Hesaplanan λ_{\max} değeri aşağıdaki formüle konduğunda Tutarlılık İndeksi (Consistency Index = CI) elde edilir,

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

- v. Tutarlılık Oranı ise (Consistency Ratio = CR) aşağıdaki formül ile hesaplanır,

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

Rassal İndeks (RI = Randomly Index), n sayısına bağlı olarak rassal olarak türetilmiş ikili karşılaştırmalar matrislerinin ortalama değerleridir. Çeşitli n'ler için RI değerleri Tablo.2 de görülmektedir.

Tablo 2. Rassal İndeks Değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

5. UYGULAMA

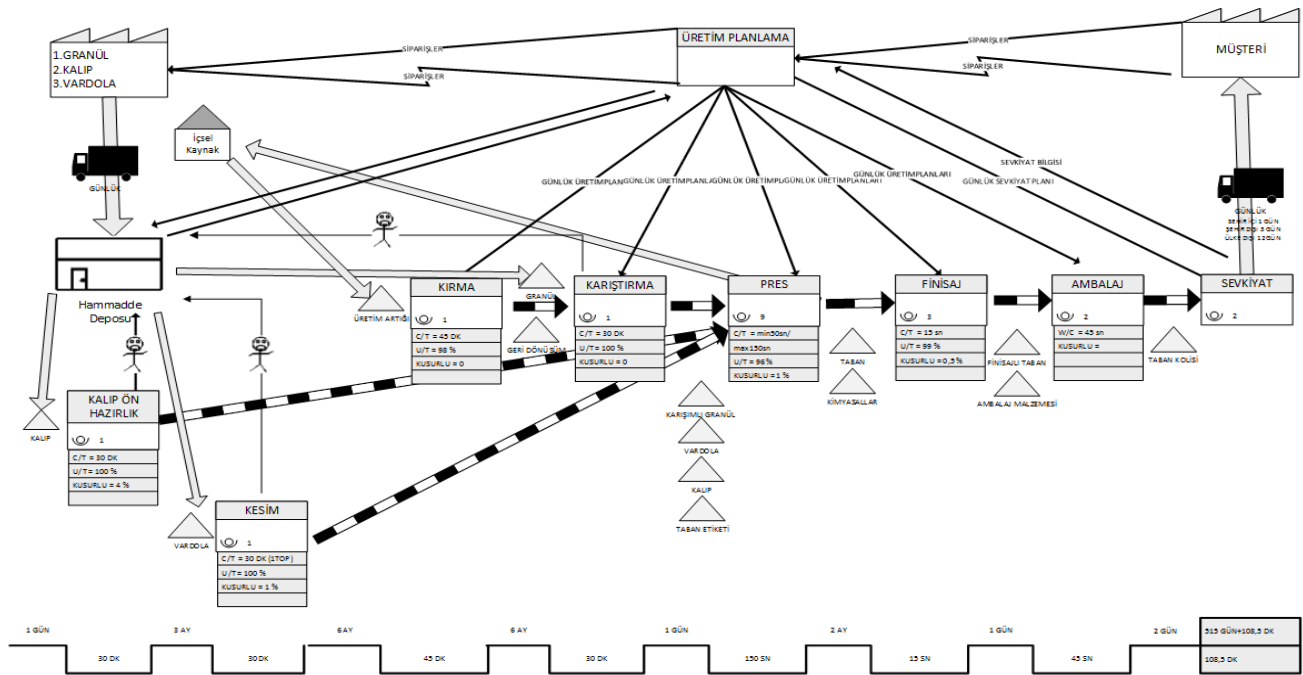
Uygulama 35 yıldır Türkiye'de ayakkabı sektöründe faaliyet gösteren bir firmada gerçekleşmiştir. Firma çocuk ve yetişkin ayakkabıları ile tabanlarının üretimini yapmaktadır. Moda sektörüne dayanan üretim yapısına sahip olduğundan, her sezon doğru ürünlerin belirlenmesi ve sezona doğru zamanda yetiştirilmesi son derece önemlidir. Doğru modellerin üretilmemesi veya doğru modellerin zamanında üretilmemesi firma için başarısızlık anlamına gelmektedir. Özellikle son

üç yılda fabrikanın üretim akışında çeşitli aksamalar yaşanmaktadır. Bu nedenle üst yönetim ve teknik yöneticiler yaptıkları toplantılar sonucunda, fabrikanın işleyiş sisteminin incelenmesi ve gerekli iyileştirmelerin yapılmasına karar vermişlerdir.

Fabrikanın işleyişini incelemek için değer akış haritası (DAH) yöntemi seçilmiştir. DAH malzemenin ve bilginin akışlarını incelediğinden bu vaka için uygun olduğu sonucuna varılmıştır. İlk olarak uzmanların bir araya gelmesi ile Şekil 3’de görülen mevcut durum haritası oluşturulmuştur. Şekil 3’de değer akışı tedarikçilerden granül, kalıp ve vardoalanın temini ile başlamaktadır. Girdiler tedarikçilerden günlük olarak gelmekte ve sipariş bilgileri tedarikçilere elektronik olarak verilmektedir. Hammade miktarlarının zaman zaman ana depoda fazla miktarlarda olduğu görülmüşünden dolayı, hammadde sipariş sisteminin kontrolünün iyileştirilmesi gereken bir konu olduğu tespit edilmiştir.

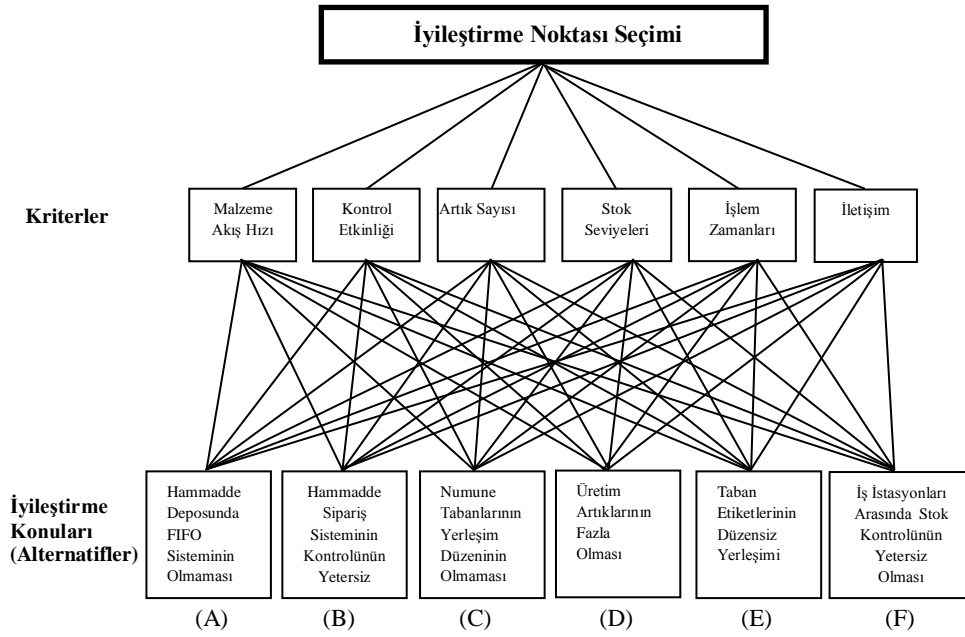
Hammadde deposuna yerleştirilen girdiler daha sonra makinelerin yanına belirli miktarlarda götürülmekte ve makinelerin önünde stoklar oluşmaktadır. Makine önlerindeki stok miktarları azaldıkça görevli personel ana depoya sözlü bilgi vermekte ve makine önlerine tekrar stok yüklemesi yapılmaktadır. Zaman zaman da makinelerin önünde bekleyen stok miktarlarında gereksiz artışlar olmaktadır. Makinelerin önündeki stok miktarlarının hangi seviyeye geldiğinde ana depodan talep edileceği ve ham madde deposundan hangi hammaddelerin, hangi kurallarla çıkış yapacağına ilişkin firmada net kurallar bulunmamaktadır. Bu nedenlerden dolayı, (1)“hammadde deposunda FİFO sisteminin oluşturulması” ve (2)“İş istasyonları arasında stok kontrolünün yetersiz olması” konuları iyileştirilmesi gereken iki konu olarak ortaya çıkmıştır.

Üretim akışı sırasıyla; artık kauçuk maddenin kırılması, granül kauçuk ile karıştırılması, taban oluşumu için presleme, tabanların finisajı ve ambalajlama şeklinde gerçekleşmektedir. Pres işlemi sırasında çok fazla artık kauçuk ortaya çıkmaktadır. Bu artıkları kırarak üretime tekrar sokmak mümkün olsa da, artık miktarındaki fazlalıktan dolayı kırım kapasitesi aşılmakta ve firma dışına kırım için artıklar gönderilmektedir. Bu nedenle, (3) “Üretim artıklarının fazla olması” iyileştirilmesi gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Tabanlar pres işlemine girmeden önce, üretilecek olan taban numunesini ve taban etiketlerinin stok kutularından alınarak, pres makinesine getirilmesi gerekmektedir. Taban numuneleri ve taban etiketlerinin yerleşimi ve düzeni çok iyi olmadığından pres makinelerine getirilmesi çok zaman almaktadır. Bu nedenle, (4) “Numune tabanlarının yerleşim düzeninin olmaması” ve (5) “Taban etiketlerinin düzensiz yerleşimi” iyileştirilmesi gereken son iki konu olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3. Mevcut Durum Haritası

Değer akış haritası ile iyileştirilmesi gereken bu noktalardan öncelikli olarak hangilerinin ele alınması gerektiğinin belirlenmesi için AHP tekniği kullanılmıştır. Firmanın uzmanları bir araya gelerek bu altı konunun seçiminde kullanılacak kriterleri malzeme akış hızı, kontrol etkinliği, artık sayısı, stok seviyeleri, işlem zamanları ve iletişim olarak belirlemişlerdir. Mevcut değer akış haritasının alt kısmındaki süreler incelendiğinde işlemlerin toplam süresinin 108,5 dakika ve işlemler arasındaki sürelerin eklenmesiyle toplamın 515 gün+108,5 dakika olduğu görülmektedir. Şekil 4’de iyileştirilmesi gereken altı başlık ve kriterleri içeren AHP hiyerarşisi görülmektedir.



Şekil 4. Karar Hiyerarşisi

Şekil 4’deki AHP modelindeki altı alternatif için Expert Choice programında Tablo 3 – Tablo 9’daki ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Tablo 11’de ise ikili karşılaştırma matrislerine dayanan hesaplamalar ile elde edilen sonuçlara göre yapılan iyileştirmeler görülmektedir. Tablo 3’de ilk olarak kriterlerin iki karşılaştırılmalı yapılmıştır. Tablo 3’de Malzeme Akış Hızı satırı ile Artık Sayısı sütununun kesiştiği hücredeki 6 değeri, Artık Sayısı kriterinin karar verici açısından, malzeme akış hızı kriterinden altı kat daha önemli olduğunu göstermektedir. İşlem zamanları kriterinin ise, malzeme akış hızı kriterine göre iki kat daha az önemli olduğu anlaşılmaktadır. Tablodaki diğer değerler ve Tablo 4 – Tablo 9’daki değerler de benzer şekilde yorumlanabilmektedir. Tablo 2 – Tablo 9 için hesaplanan tüm geçerlilik (CR) değerleri 0,10’dan küçük olduğundan karar vericilerin ikili karşılaştırmalarının geçerli olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 3. Kriterler İçin İkili Karşılaştırmalar Tablosu

	Malzeme Akış Hızı	Kontrol Etkinliği	Artık Sayısı	Stok Seviyeleri	İşlem Zamanları	İletişim
Malzeme Akış Hızı		1/6	6	2	1/2	4
Kontrol Etkinliği			4	3	3	1/3
Artık Sayısı				1/5	1/6	1/7
Stok Seviyeleri					1/3	1/3
İşlem Zamanları						1/3
İletişim						
CR=0,09						

Tablo 4. Malzeme Akış Hızı Kriteri İçin Alternatiflerin İkili Karşılaştırmaları

	A	B	C	D	E	F
A		1	1/4	1/2	1/8	1/7
B			1/6	1/4	1/8	1/9
C				8	2	7
D					5	7
E						2
F						
CR=0,10						

Tablo 5. Kontrol Etkinliği Kriteri İçin Alternatiflerin İkili Karşılaştırmaları

	A	B	C	D	E	F
A		1/2	3	8	2	1/2
B			7	7	5	2
C				5	1/4	1/8
D					1/4	1/7
E						1/7
F						
CR=0,09						

Tablo 6. Artık Sayısı Kriteri İçin Alternatiflerin İkili Karşılaştırmaları

	A	B	C	D	E	F
A		2	1/2	1/9	1/3	1/5
B			1/5	1/8	1/4	1/6
C				1/9	1/2	1/6
D					9	8
E						1/2
F						
CR=0,10						

Tablo 7. Stok Seviyeleri Kriteri İçin Alternatiflerin İkili Karşılaştırmaları

	A	B	C	D	E	F
A		1/3	6	6	8	3
B			8	8	8	4
C				1/5	1/2	1/8
D					4	1/4
E						1/7
F						
CR=0,10						

Tablo 8. İşlem Zamanları Kriteri İçin Alternatiflerin İkili Karşılaştırmaları

	A	B	C	D	E	F
A		4	1/5	2	1/6	1/8
B			1/8	1/2	1/8	1/9
C				3	1/2	1/7
D					1/5	1/7
E						1/4
F						
CR=0,09						

Tablo 9. İletişim Kriteri İçin Alternatiflerin İkili Karşılaştırmaları

	A	B	C	D	E	F
A		1/8	1/2	1/2	1/2	1/3
B			3	4	3	2
C				4	1/2	1/4
D					1/4	1/4
E						1/4
F						
CR=0,08						

Tablo 10'da AHP ile elde edilen final tablosu görülmektedir. Yapılan ikili karşılaştırmalar ve hesaplamalar sonucunda karar vericiler en yüksek önem puanına sahip ilk üç konunun iyileştirilmesine karar vermişlerdir Tablo 10 incelendiğinde 0,325 önem puanı ile "İş İstasyonları Arasında Stok Kontrolünün Yetersiz Olması"nın iyileştirilmesi gereken en önemli konu olduğu görülmektedir. ikinci sırada "Hammadde Sipariş Sisteminin Kontrolünün Yetersiz Olması" ve üçüncü sırada da "Taban Etiketlerinin Düzensiz Yerleşimi" konularının olduğu görülmektedir.

Tablo. 10. Ağırlıklandırılmış İyileştirme Noktaları

İYİLEŞTİRME NOKTALARI	ÖNCELİKLER	SIRA
Hammadde Deposunda FIFO Sisteminin Olmaması	0,100	4
Hammadde Sipariş Sisteminin Kontrolünün Yetersiz (Vardola stoğunun fazlalığı)	0,294	2
Numune Tabanlarının Yerleşim Düzeninin Olmaması	0,094	5
Üretim Artıklarının Fazla Olması	0,057	6
Taban Etiketlerinin Düzensiz Yerleşimi	0,132	3
İş İstasyonları Arasında Stok Kontrolünün Yetersiz Olması(stok birikimi)	0,323	1

Firmdaki yöneticiler ve uzmanlar bir araya gelerek, iyileştirilmesine karar verilen üç konu için yapılması gereken iyileştirmelerin neler olduğunu tartışmışlar ve Tablo 11'deki sonuçları elde etmişlerdir. Buna göre, "İş İstasyonları Arasında Stok Kontrolünün Yetersiz Olması" sorunu için "Kamban kartları ile çekme sistemi" oluşturulmuştur. Bu sayede iş istasyonları önünde stokların büyük miktarlarda birikmesinin önüne geçilmiştir. Çekme sistemi ile iş istasyonlarında stokların belli bir seviyeye düşmesi durumunda, gereken uygun miktarlar ana depodan iş istasyonlarına çekilmiştir. Bu sayede iş istasyonları önünde stokların büyük miktarlarda birikmesinin önüne geçilmiştir. "Hammadde Sipariş Sisteminin Kontrolünün Yetersiz" olması sorunu için, sipariş kontrol sistemi paket yazılımı kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede, hem firma içersindeki stok ihtiyacı doğru olarak tespit edilmiş, hem de tedarikçilerden doğru zamanda ve doğru miktarlarda siparişlerin temin edilmesi sağlanmıştır. "Taban Etiketlerinin Düzensiz Yerleşimi" sorunu için, şeffaf etiket kutuları kullanılmıştır. Etiket kutuları etiketlenerek, raf düzenine getirilmiş ve etiket rafı makinelerin yanına getirilmiştir. Bu sayede makine operatörleri taban etiketlerini hem daha yakından aldılar, hem de şeffaf ve etiketlenmiş kutular içersindeki taban etiketlerini daha kısa sürede bulabildiler. Bu iyileştirme ile önemli miktarda zamandan tasarruf edilmiştir.

koyulmasından dolayı, mevcut değer akış haritaları incelendiğinde iyileştirilmesi gereken pek çok nokta kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Değer akış haritaları ile yapılacak iyileştirmelerin başarılı olabilmesi için iyileştirilmesi gereken noktaların doğru olarak tespit edilmesi ve iyileştirmelerin öncelikle hangi noktalardan başlanması gerektiğinin belirlenmesi gerekir.

Bu çalışmada, iyileştirme gereken konularının doğru olarak seçilmesine çözüm getirebilecek olan AHP tekniği kullanılmıştır. Çalışmanın uygulama kısmında mevcut durum değer akış haritası çizildikten sonra, işletmedeki uzmanlar tarafından iyileştirilmesi gereken altı konunun olduğu ve bunları seçmek için altı kriterin yeterli olacağına karar verilmiştir. Daha sonra AHP hiyerarşisine göre ikili karşılaştırmalar yapılmış ve ikili karşılaştırmaların geçerli olduğu tespit edilmiştir. AHP sonucunda en yüksek puanı alan ilk üç konu üzerinde iyileştirmeler yapılarak, mevcut durum haritası çizilmiştir. Yapılan iyileştirmeler sonucunda stok miktarlarında azalma, malzeme akış hızının artışı, iletişimde iyileşme ve yapılan fiziksel düzenlemeler ile işleğin kolaylaşması sağlanmıştır.

Bu çalışma ile değer akış haritalarının sorunları belirlemede önemli bir yöntem olmasına rağmen, hangi sorunların öncelikle iyileştirilmesi gerektiği konusunda bir yöntemle desteklenme ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. AHP'nin bu uygulamada değer akış haritalarına uygun bir şekilde destek verebildiği ve karar vericiler tarafından kolay anlaşılabilir olarak uygulanabildiği görülmüştür. Çalışmanın ayakkabı üretiminde kullanımının kolay ve kullanışlı olduğu gözlemlenmesine karşın, yapılacak yeni bilimsel çalışmalar ile sektörde farklı firmalarda da bu yaklaşımın kullanılarak sonuçların değerlendirilmesi oldukça faydalı olacaktır. Ayakkabı sektöründe kullanılan bu uygulamanın farklı sektördeki firmalarda tekrarlarının yapılması ve çoklu karar verici modellerinde uygulamasının yapılması ile yöntemin genel geçerliliğinin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca uygulama üretim dışı bölümlerde de denenerek geçerliliği de incelenmelidir.

Sonuç olarak; AHP'nin değer akış haritalarının iyileştirilmesi konularının seçiminde karar vericiler için kolay ve anlaşılabilir olduğu ve AHP ile belirlenen iyileştirme gerçeğinin gerçekleşmesi ile elde edilen sonuçların verimli olduğu bu uygulama ile tespit edilmiştir. Buna rağmen, bu çalışma ile elde edilen bulguların genelleştirilmesi için hem ayakkabı sektöründe, hem de farklı sektörlerde benzer bilimsel uygulamaların yapılması ve sonuçların değerlendirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- ABDULMALEK, F.A. ve RAJGOPAL, J. (2005). "Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping via Simulation: A Process Sector Case Study", *International Journal of Production Economics*, 107: 223-236.
- ALACA, H. ve CEYLAN, C. (2011). "Value Chain Analysis Using Value Stream Mapping: White Good Industry Application", *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 22-24 Ocak 2011, Kuala Lumpur/Malaysia.
- ANDERSON, D.R., SWEENEY, D.J., WILLIAMS, T.A. (1999). *Contemporary Management Science*, South-Western College Publishing, USA.
- BELTON, V. (1986). "A Comparison of the Analytic Hierarchy Process and a Simple Multi-Attribute Value Function", *European Journal of Operational Research*, 26: 7-21.
- BRAGLIA, M., CARMIGNANI, G. ve ZAMMORI, F. (2006). "A New Value Stream Mapping Approach for Complex Production Systems", *International Journal of Production Research*, 44(18-19): 3929-3952.
- CHEN, J.C. ve COX, R.A. (2012). "Value Stream Management for Lean Office: A Case Study", *American Journal of Industrial and Business Management*, 2: 17-29.
- CHITTURI, R.M., GLEW, D.J. ve PAULLS, A. (2007). "Value Stream Mapping in a Jobshop", *IET International Conference on Agile Manufacturing*, 9-11 Temmuz, Durham/UK.
- DOTOLI, M., FANTI, M.P., ROTTUNO, G. ve UKOVICH, W. (2011). "A Lean Manufacturing Procedure using Value Stream Mapping and the Analytic Hierarchy Process", *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, 9-12 Ekim 2011, Anchorage/Alaska.
- FONTANINI, P.S. ve Picchi, F.A. (2004). "Value stream macro mapping- A Case Study of Aluminum Windows for Construction Supply Chain", *Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-12)*, Elsinore, Denmark.
- GUTIERREZ, R.S., BARAJAS, H., GALAVIZ, M.E. ve MARTINEZ, L.C. (2003). "An Application of Value Stream Mapping in International Logistic Systems", <http://www.simlogisticslab.utep.edu/paper/IERCpaper2.pdf>, 11.01.2013.
- HINES, P. ve RICH, N. (1997). "The Seven Value Stream Mapping Tools", *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1): 46-64.
- HINES, P., RICH, N. ve ESAIN, A. (1999). "Value Stream Mapping: A Distribution Industry Application", *Benchmarking: An International Journal*, 6(1): 60-77.
- JIMMERSON, C. (2010). *Value Stream Mapping for Healthcare*, CRC Press, New York.
- KALSAAS, B.T. (2002). "Value Stream Mapping - An Adequate Method for going Lean?", *Proceedings of the 14th International Conference NOFOMA*, Trondheim.

ÖZVERİ-GÜÇLÜ

- KEYTE, B. ve LOCHER, D. (2004). *The Complete Lean Enterprise for Administrative and Office Processes*, Productivity Press, New York.
- KHASWALA, Z.A.N. ve IRANI, S.A. (2001). "Value Network Mapping(VNM): Visualization and Analysis of Multiple Flows in Value Stream Maps", *Proceedings of the Lean Management Solutions Conference*, St. Louis/MO.
- KOELLING, C.P., EITEL, D., MAHAPATRA, S., MESSNER, K. ve GROVE, L. (2005). "Value Stream Mapping the Emergency Department", www.iinet.org/uploadedfiles/SHS/.../180.pdf, 11.01.2013.
- LASA, I.S., LABURU, C.O. ve CASTRO VILA, R. (2008). "An Evaluation of the Value Stream Mapping Tool", *Business Process Management Journal*, 14(1): 39-52.
- LIAN, Y-H. ve LENDEGHEM, H.V. (2002). "An Application of Simulation and Value Stream Mapping in Lean Manufacturing", 14.th European Simulation Symposium, 23-26 Ekim 2002, Dresden/Almanya.
- LIAN, Y.-H. ve LANGDEGHEM, H.V. (2007). "Analysing the Effects of Lean Manufacturing Using a Value Stream Mapping-Based Simulation Generator", *International Journal of Production Research*, 45(13): 3037-3058.
- LOVELLE, J. (2001). "Mapping the Value Stream - Use Value-Stream Mapping to Reveal the Benefits of Lean manufacturing", *IIE solutions*, 33(2): 26-33.
- LU, J.-C., YANG, T., ve WANG, C.-Y. (2011). "A Lean Pull System Design Analysed by Value Stream Mapping and Multiple Criteria Decision-Making Method Under Demand Uncertainty", *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 24(3): 211-228
- McDONALD, T., VAN AKEN, E.M. ve RENTES, A.F. (2002). "Utilising Simulation to Enhance Value Stream Mapping: A Manufacturing Case Application", *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 5(2): 213-232.
- McMANUS, H.L. ve MILLARD, R.L. (2002). "Value Stream Analysis and Mapping for Product Development", 23. ICAS Congress, 8-13 Eylül 2002, Toronto/Kanada.
- NASH, M.A. ve POLING, S.R. (2008). *Mapping the Total Value Stream: A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes*, CRC Press Taylor&Francis Group, New York.
- ÖZDEMİR, A. ve ÖZVERİ, O. (2004). "Çok Kriterli Envanter Sınıflandırmasında, Analitik Hiyerarşi Süreci Analizinin Uygulanması", *Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF Dergisi*, 19 (2): 137-154
- PRABHU, B. V., SUREKHA, A., HOLLA, A.J. ve PATEL, K. M. (2008). "Value Stream Mapping of Truck Operations: A Case Study", *South Asian Journal of Management*, April-June, 107-115.
- ROTHER, M. ve SHOOK, J.(2009). *Learning to See, Lean Enterprise Institute*, Cambridge/USA.
- SAATY, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, USA.
- SAATY, T.L. (1987). "The Analytic Hierarchy Process-What it is and How It is Used", *Mathematical Modelling*, 9: 161-176.
- SAATY, T.L. (1988). *Multicriteria Decision Making The Analytic Hierarchy Process*, Eta Servşes Ltd. USA.
- SAATY, T.L. (1990). "How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process", *European Journal of Operational Research*, 48: 9-26.
- SAATY, T.L. (1991), *Prediction, projection and forecasting*, Kluwer Academic Publishers, USA.
- SETH, D. ve GUPTA, V. (2005). "Application of Value Stream Mapping for Lean Operations and Cycle Time Reduction: An Indian Case Study", *Production Planning & Control*, 16(1): 44-59.
- SETH, D., SETH, N. ve GOEL, D. (2007). "Application of Value Stream Mapping (VSM) for Minimization of Wastes in the Processing Side of Supply Chain of Cottonseed Oil Industry in Indian Context", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19(4): 529-550.
- SINGH, B., GARG, S.K., SHARMA, S.K. ve GREVAL, C. (2010). "Lean Implementation and Its Benefits to Production Industry", *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(2): 157-168.
- SINGH, R.K., KUMAR, S., CHOUDHURY, A.K. ve TIWARI, M.K. (2006). "Lean Tool Selection in a Die Casting Unit: A Fuzzy-Based Decision Support Heuristic", *International Journal of Production Research*, 44(7): 1399-1429.
- TAPPING, D. ve SHUKER, D. (2003). *Value Stream Management for the Lean Office: Eight Steps to Planning and Sustaining Lean Improvements in Administrative Areas*, Productivity Press, New York.
- TURGUT, S., (2010), "Bir Hazır Giyim İşletmesinde Değer Akış Haritasının Çıkarılması ve Müşteri İsteklerine Göre Üretim ve Pazarlama Süreçlerinin Optimizasyonunun Sağlanması", *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- WILLS, B. (2009). *Green Intentions: Creating a Green Value Stream to Compete and Win* Taylor&Francis Group Inc., New York.
- WOMACK, J.P. ve JONES, D.T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon ve Schuster, New York.
- YU, H., TWEED, T., AL-HUSSEIN, M. ve NASSERI, R. (2009). "Development of Lean Model for House Construction Using Value Stream Mapping", *Journal of Construction Engineering and Management*, 135 (8): 782-790.