

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**VERİMSİZ BİR ÜRETİM HATTININ AHP VE DEĞER AKIŞI
HARİTALAMA İLE İYİLEŞTİRİLMESİ**

GÜLÇİN SEDEFOĞLU

KOCAELİ 2018

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

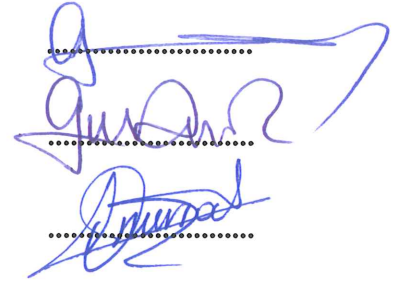
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VERİMSİZ BİR ÜRETİM HATTININ AHP VE DEĞER AKIŞI
HARİTALAMA İLE İYİLEŞTİRİLMESİ

GÜLÇİN SEDEFOĞLU

Doç. Dr. Gülşen AKMAN
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Doç. Dr. Gülşen Aydın KESKİN
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Fatma Serap ONURSAL
Jüri Üyesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi



Tezin Savunulduğu Tarih: 27.06.2018

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada bulunan üretim hatlarından hangisinde Değer Akışı Haritalama yönteminin uygulanacağını, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi ile belirlemek ve bu hatta Değer Akışı Haritalama yönteminin uygulanmasıyla belirlenen problemlere önerilerde bulunmak amaçlanmıştır.

Tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Gülşen AKMAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca benim hep yanımda olan, mutlu zamanlarımı olduğu gibi stresli zamanlarımı da paylaşan kıymetli babam Şahin SEDEFOĞLU, annem Halise SEDEFOĞLU, babannem Kıymet SEDEFOĞLU, ablam Elçin SEDEFOĞLU ve kardeşim Atakan SEDEFOĞLU' na sonuz minnet duygularımı sunarım.

Mayıs- 2018

Gülçin SEDEFOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
GİRİŞ	1
1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
2. DEĞER AKIŞI HARİTALAMA	11
2.1. Yalın Üretimde Değer Akışı Haritalamanın Yeri.....	11
2.2. Değer Akışı Haritalama Nedir?	12
2.2.1. Değer.....	14
2.2.2. İsraf.....	16
2.2.3. Değer akışı haritalamanın faydaları.....	17
2.3. Değer Akışı Haritasının Çizilmesi	18
2.3.1. Ürün ailesinin seçimi	19
2.3.2. Mevcut durum haritasının çizimi.....	20
2.3.2. Gelecek durum haritasının çizimi.....	28
2.3.3. Değer akışı için aksiyon planı	31
3. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ	34
3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar.....	38
3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi'nin Aşamaları.....	41
3.2.1. Hiyerarşik yapının oluşturulması.....	41
3.2.2. İkili karşılaştırma ve üstünlüklerin belirlenmesi	44
3.2.2.1. Karşılaştırma matrislerinin oluşturulması.....	44
3.2.2.2. Normalleştirilmiş matrislerinin oluşturulması	47
3.2.2.3. Öncelik vektörünün oluşturulması	47
3.2.2.4. Öncelik değerlerinin üstünlüklerin sentezi	48
3.2.2.5. Duyarlılık analizi.....	49
3.2.3. Tutarlılık analizi.....	50
4. UYGULAMA	53
4.1. Uygulamanın Yapıldığı Firmanın Tanıtımı.....	53
4.2. Uygulamanın Yapılma Amacı.....	53
4.3. Uygulamada Analitik Hiyerarşi Prosesi' nin Kullanılması	54
4.3.1. İkili karşılaştırmaların yapılması	57
4.3.2. İkili karşılaştırma matrislerinin öncelik vektörlerinin oluşturulması	62
4.3.3. Alternatiflerin sıralanması	65
4.3.4. Tutarlılığın hesaplanması.....	67
4.4. Uygulamada Değer Akışı Haritalama Yönteminin Kullanılması.....	71

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	78
KAYNAKLAR.....	81
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	88
ÖZGEÇMİŞ.....	89



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Değer akışı haritalama yönteminin adımları.....	18
Şekil 2.2. Ürün ailesi matris seçimi	19
Şekil 2.3. Mevcut durum haritası örneği.....	28
Şekil 2.4. Değer akışı haritalamanın kısımlara ve çevrimlere bölünmesi.....	32
Şekil 3.1. Üç seviyeli örnek hiyerarşik yapı	43
Şekil 4.1. Karar hiyerarşisi.....	56
Şekil 4.2. Mevcut durum haritası.	73
Şekil 4.3. Gelecek durum haritası	75



TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Değer akışında kullanılan temel semboller	20
Tablo 3.1. İkili karşılaştırmalarda kullanılan önem dereceleri ve açıklamaları	45
Tablo 3.2. Rassal indeks değerleri	51
Tablo 4.1. Kriterlerin ikili karşılaştırması.....	57
Tablo 4.2. Hurda oranı için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi	59
Tablo 4.3. Sevkiyat performansı için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi	59
Tablo 4.4. Takt zamanına yakınlık için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi	60
Tablo 4.5. Layoutta dolaşma mesafesi için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi	60
Tablo 4.6. Stok miktarı için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi.....	61
Tablo 4.7. Ciroya katkı oranı için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi	61
Tablo 4.8. Hurda oranı ile ilgili ikili karşılaştırma matrisinin sütun toplamları.....	62
Tablo 4.9. Hurda oranı kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisinin normalleştirilmiş hali.....	63
Tablo 4.10. Hurda oranı ile ilgili ikili karşılaştırma matrisinin öncelik vektörü	63
Tablo 4.11. Öncelik vektörlerinin birleştirildiği matrisi	64
Tablo 4.12. Kriter ağırlıkları	64
Tablo 4.13. Alternatiflerin sıralamasının oluşturulması	66
Tablo 4.14. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisinin sütun toplamları	67
Tablo 4.15. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisinin normalleştirilmiş matrisi.....	68
Tablo 4.16. Kriterlerin ikili karşılaştırmasının normalleştirilmiş matrisinin satır ortalamaları	68
Tablo 4.17. Tüm öncelikler matrisinin oluşumunu gösteren matris	69
Tablo 4.18. Öncelikler vektörünün tüm öncelikler vektörüne bölünmesi	70
Tablo 4.19. Kriterlerin alternatiflerle kıyaslanması ile oluşan matrislerin tutarlılık oranları	71
Tablo 5.1. Ürünlerin Üstünlük Sıralaması	78

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a_{ij}	:	A matrisinin elemanları
c_{ij}	:	C matrisinin elemanları
n	:	Kriter sayısı
λ_{\max}	:	Maksimum özdeğer
w_i	:	W matrisinin elemanları

Kısaltmalar

AHP	:	Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
ARGE	:	Araştırma Geliştirme
CI	:	Consistency Index (Tutarlılık İndeksi)
CITES	:	The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin. Sözleşme)
CONWIP	:	Constant Work-In-Process (Süreç İçi Sabit Stok)
CR	:	Consistency Ratio (Tutarlılık Oranı)
ÇKKV	:	Çok Kriterli Karar Verme
DAH	:	Değer Akışı Haritalama
ELECTRE	:	Elimination and Choice Translating Reality English
ERP	:	Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlaması)
LAN	:	Local Area Network (Yerel Alan Ağı)
OSİB	:	Orman Su İşleri Başkanlığı
RI	:	Random Consistency Index (Rassal Tutarlılık İndeksi)
SAP	:	Systems Analysis and Program Development (Sistem Analizi ve Program Geliştirme)
SMED	:	Single Minute Exchange of Dies (Tekli Dakikada Model Değişimi)
VIKOR	:	Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm)
WAN	:	Wide Area Network (Geniş Alan Ağı)
5N	:	5 Neden
5S	:	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke (Ayıklama, Düzenleme, Temizleme, Standartlaştırma, Sürdürme)

VERİMSİZ BİR ÜRETİM HATTININ AHP VE DEĞER AKIŞI HARİTALAMA İLE İYİLEŞTİRİLMESİ

ÖZET

Günümüzde şirketler arası rekabet teknolojinin ilerlemesiyle birlikte hızla artmaktadır. Bu rekabet ortamında pazarda öne çıkabilmek için şirketler kendi bünyesinde yenilenmeye ihtiyaç duymaktadır. Bu yenilenmeyi sağlayabilmek için birçok şirket yalın üretim tekniklerini kullanmaktadır. Yalın üretim, yapılan işleri yalınlaştırarak düşük maliyetli ve yüksek kaliteye sahip ürün ve hizmet elde etmek için kullanılan sürekli iyileştirme tekniğidir. Yalın üretime başlarken ilk aşamada Değer Akışı Haritalama yöntemiyle ürüne ya da hizmete değer katan ve katmayan işlerin tanımlanması gerekmektedir.

Çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada, Değer Akışı Haritalama ile Analitik Hiyerarşi Prosesi' nin birlikte kullanılmasıyla verimsiz bir üretim hattının iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada uygulanmıştır. İlk önce AHP (Analytic Hierarchy Process) yöntemi için uzman görüşleri alınarak kriterler belirlenmiştir ve en uygun hat AHP yöntemi uygulanarak seçilmiştir. Sonrasında belirlenen hatta Değer Akışı Haritalama uygulanmıştır. Mevut durum değer akışında görülen problemlerin iyileştirilmesi için gelecek durum haritası çizilmiştir ve iyileştirmeler için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Prosesi, Değer Akışı Haritalama, Yalın Üretim.

IMPROVING AN INEFFICIENT PRODUCTION LINE VIA AHP AND VALUE STREAM MAPPING

ABSTRACT

Nowadays competition among companies is rapidly increasing with the progress of technology. In order to stand out in this competition environment, companies need to be renovated in their own fields. Many companies use lean manufacturing techniques to achieve this renewal. Lean production is a continuous improvement technique used to simplify work and to obtain low cost and high quality products and services. At the beginning of lean production, it is necessary to define value adding processes and non value adding processes in products and services with the value stream mapping in the first instance.

In this study, it is aimed to improve an inefficient production line by using Value Stream Mapping and Analytical Hierarchy Process in a company operating in the automotive sector. The study was performed in a company operating in the automotive sector. Criteria for the AHP (Analytic Hierarchy Process) method were first determined by taking expert opinions and the most suitable product line was selected by applying the AHP method. After that value stream mapping has been applied to the determined product line. The future state mapping is drawn up to improve the problems seen in the current state mapping and suggestions were presented for improvements.

Keywords: Analytic Hierarchy Process, Value Stream Mapping, Lean Manufacturing.

GİRİŞ

Bugünün dünyasında üretilen ürünün fiyatını piyasa belirlemektedir. Dolayısıyla firmalar daha fazla kar edebilmek için sattıkları ürünün fiyatını arttırmak gibi bir lükse sahip değillerdir. Firmalar rekabet gücünü kaybetmeden, daha fazla kar elde edebilmek için ürünün fiyatını arttırmak yerine maliyetini düşürme yolunu seçmektedir. Dolayısıyla, ürünün maliyetini düşürmek için ürünün üretiminde iyileştirmeler yapılması zorunlu hale gelmiştir. Birçok firma bu yolda yalın üretim felsefesini kullanarak rekabet edebilirliğini arttırmıştır.

Tam Zamanında Üretim veya Toyota Üretim Sistemi olarak da isimlendirilen Yalın Üretim; Toyota'nın 20. yüzyılın başlarından itibaren oluşturmaya başladığı teori ve yöntemlerle meydana çıkmıştır, 2. Dünya Savaşı'nın ardından gelişimine devam etmiş ve 1973 yılında gerçekleşen petrol krizi ile de haklılığını kanıtlamıştır (Artışik, 2008). Yalın, yalın fikirlerle başlar. Yalın fikir israfların elimine edildiği süreçlerin verimlilik ve etkinlik değerlendirmesini yaparak, maliyetleri minimize etmek ve müşteriye istediği değerleri sunmaktır. Yalın üretim, üretim sistemindeki bütün israfları yok etmeye odaklanmıştır. Yalın düşünce, düşük maliyet, yüksek kalite ve müşteri memnuniyeti için, yöneticilerin, çalışanların ve tedarikçilerin aynı ahenkle çalışmasına ve iletişim kurmasına yardımcı olur (Maraşlı ve diğ., 2016).

Yalın üretim felsefesinde ürün üzerinde bir değer olarak sonuçlanmayan her işlemin yok edilmesi amaçlanır. Ürün için gerekli olmayan işlemleri yok ederek daha düşük maliyetli ürün üretilmesi ve böylece firmaya rekabet avantajı kazandırılması amaçlanır (Efe ve Engin, 2011) .

Firmalar farklı şekillerde, verimliliklerini arttırarak daha karlı bir hale gelmeyi amaçlamaktadırlar. Verimliliği arttırmak için; aynı girdi miktarı ile daha fazla çıktı elde etmeye çalışmaktadırlar. Üretim ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren şirketler

verimliliklerini arttırmak amacıyla yalın üretim felsefesinin bir parçası olan Değer Akışı Haritalama yöntemini kullanmaktadırlar.

Günümüzde verimlilik, rekabet ve kalite kavramlarının çok daha fazla önem kazandığı düşünüldüğünde, yalın düşünce çalışmalarını hem hizmet hem de üretim firmalarında yapılması için isteklendirilerek, firmalar, sanayi bölgeleri ve beraberinde de ülkemiz için önemli oranda kazanç sağlaması öngörülmektedir. Ülkemizde otomotiv sektörünün imalat içindeki payı ve ekonomik fayda oranı göz önünde bulundurulduğunda, imalat sanayisi içinde önde gelen sektörler içinde yer almaktadır (Adalı ve diğ., 2017). Dolayısıyla otomotiv sektöründe yapılacak yalın üretim çalışmalarının ülke ekonomisine artı bir katkı sağlayacağı düşünülebilir.

Bir firmada yalın üretime geçişte ilk adım olarak, ürüne değer katan ve ürüne değer katmayan işlemlerden oluşan değer zincirini analiz edilmelidir. Sonrasında değer zinciri üzerinde ürüne değer katmayan işlemler yok edilmelidir (Womack ve Jones,1998). Değer zincirinin modellenmesinde Değer Akışı Haritalama yöntemi kullanılmaktadır.

Değer Akışı Haritalama yöntemi ürün veya hizmet üreten firmalarda değer akışı boyunca gerekli olan bütün işlemlerle, malzeme ve bilgi akışının semboller aracılığıyla gösterilmesi şeklinde tanımlanmaktadır (Rother ve Shook, 1998). Değer akışı haritalandırma sayesinde firma çalışanlarının israf kaynaklarını daha somut bir şekilde görmeleri ve bunları yok etmek için gelecek durumu tasarımları mümkün kılınmaktadır.

Zaman kavramının gün geçtikçe önem kazanması nedeniyle hangi iş yapılırsa yapılsın zamanın iyi kullanılması, rakip firmalar arasında rekabet gücü açısından avantaj sağlayacaktır. Bu çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada Değer Akışı Haritalama' ya başlamadan önce öncelikli iyileştirmeye ihtiyacı olan hattın belirlenerek daha sonra belirlenen hatta Değer Akışı Haritalama' nın yapılması ile zamanın iyi yönetilmesi amaçlanmaktadır. Öncelikli iyileştirilmesi gereken hat çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi ile belirlenmiştir. Ardından belirlenen hatta Değer Akışı Haritalama yöntemi uygulanmıştır.

Çalışmanın diğer bölümleri şu şekilde oluşturulmuştur. Birinci bölümde konuyla ilgili literatür taramasına yer verilmiştir. İkinci bölümde çalışmada kullanılan Değer Akışı Haritalama yöntemine ve üçüncü bölümde Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemine değinilmiştir. Dördüncü bölümde uygulamaya yer verilmiştir. Beşinci bölümde ise sonuç ve öneriler ile ilgili değerlendirme yapılarak çalışma tamamlanmıştır.



1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatür araştırması kapsamında ayrıntılı olarak incelenen ulusal ve uluslararası dergiler ve tezlerde gösteriyor ki Değer Akışı Haritalama yöntemi hem üretim hem de hizmet sektöründe birçok uygulamada kullanılmıştır.

DAH (Değer Akışı Haritalama) ile ilgili ilk eser Rother ve Shook (1999) tarafından literatüre kazandırılmıştır. Rother ve Shook (1999) “Görmeyi Öğrenmek” adlı eserlerinde DAH yöntemini detaylı olarak ve örneklerle tanımlamışlardır.

Sullivan ve diğ. (2002), yaptıkları çalışmada yalın üretim uygulaması bağlamında ekipman değiştirme karar problemini göstermektedirler. Üretim hattında DAH tekniğini kullanarak mevcut durum haritalanmıştır ve istenen gelecek durum çizilmiştir. Ayrıca, çalışmada yalın üretim uygulamasında karşılaşılan ekipman değiştirme karar problemlerinin analizi için DAH’ın gerekli olan bilgileri nasıl sağlayabileceğine ilişkin bir yol haritası sunulmuştur.

Özkan ve diğ. (2005) tarafından otomotiv sektöründe bulunan bir firmada yapılan çalışmada, müşteri ile tedarikçi arasında ürünün imalatının izlenmesi ile mevcut durum haritası oluşturulmuştur. Yalın düşünce, teknik ve kavramlarından yararlanılarak gelecek durum haritası oluşturulmuştur. Gelecek durumun gerçekleştirilmesi için iyileştirme aksiyonları yaratılmıştır.

Seth ve Gupta (2005) yaptıkları çalışmada, bir otomotiv sanayicisinin tedarikçi verimliliğini iyileştirmek için DAH tekniğini kullanmışlardır. Değer akışı kavramları kullanılarak tedarikçinin mevcut ve gelecek durumları tartışılmıştır. Yaptıkları çalışmanın sonucunda; kişi başı üretim miktarı artırılmış, işlem süresi, akış süresi ve bitmiş ürün stoğu azaltılmıştır.

Abdulmalek ve Rajgopal (2006), çelik üretimi yapan bir firmada DAH tekniğini çeşitli yalın teknikler için fırsatları belirlemede kullanmışlardır. Aynı zamanda öncesi ve sonrası karşılaştırması yapabilmek için bir simülasyon modeli tanımlamışlardır.

Birgün ve diğ. (2006) traktör üretimi yapan bir firmada yalın üretim çalışması kapsamında Değer Akışı Haritalama yöntemini kullanmışlardır. Mevcut durum haritası çıkarıldıktan sonra önerilen durum gelecek durum haritasında sunulmuştur. Önerilen iyileştirmeler gerçekleşmesi durumunda üretim temin süresinin 21 günden 3,5 güne kadar düşürüleceğini ve toplam envanter devrinin 6 kat yükselmesi öngörülmüştür.

Lummus ve diğ. (2006) tarafından küçük bir sağlık kliniğinde hasta bekleme süresini belirgin olarak düşürecek ve hasta çıktısını artıracak öneriler getiren bir Değer Akışı Haritalama projesi üzerinde durulmuştur. Yeni sistem ile kişi veya ekipman artışı olmadan, planlanan randevuları olan kişiler için bekleme süresi düşürülmeden, randevu almayan hastalar için son dakikada görünme şansını artırarak ve klinik personelinin stres seviyelerini azaltarak kliniğin kapasitesini arttırmak amaçlanmıştır.

Bu çalışma Özfındık (2011) tarafından, yalın üretim çalışmalarının başında olan ve hazır kek üretimi yapan bir işletmede yapılmıştır. Belirsizlik altında rassal verilerle DAH yöntemi kullanılıp, üretimden ürünün sevkine kadar olan değer akışının haritalandırılması, israf kaynaklarının tespit edilmesi ve yok edilmesi amacıyla aksiyon planları hazırlanmıştır, akış süresinde %60,5 oranında iyileştirme hedeflenmiştir.

Efe ve Engin (2012), Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Acil Servisi'nde DAH tekniğini kullanarak mevcut durum analizinden elde edilen 132,5 dakikalık temin süresini gelecek durumda 84 dakikaya düşürerek %36,6'lık bir iyileştirme elde etmişlerdir. Bu çalışmada DAH tekniğinin hizmet sektöründe de kayda değer sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çamaşır makinası üreten bir firmada yapılan çalışmada (Akçaoğlu, 2012), DAH yöntemi uygulanarak akıştaki darboğazlar belirlenmiştir. Bu darboğazların elimine edilebilmesi için, darboğazlar bayes inanç ağları modeli kullanılarak incelenmiştir. Modelin oluşturulması için imalat kavramlarından ve bilişsel haritalardan yararlanılmıştır.

AR ve al-Ashraf (2012), çalışmalarında üretim sektöründe otomotiv parçası üreten bir tesiste uyguladığı yalın üretim ilkelerini anlatmışlardır. Değer katan ve değer

katmayan bütün proses adımları gizli israf ve israf kaynaklarını görmeye yardımcı olan görsel araç olan DAH kullanımı ile analiz etmişlerdir. Çalışmada üretim sisteminde ürünlerin önemli bir miktarda, bekleme ve değer katmayan işlerden dolayı zaman harcadığı gösterilmiştir. Bu bekleme zamanlarının azaltılmasıyla ilgili beklenen etkilere sahip yalın üretim araçlarının çoğunun niceliksel kanıtlar sunduğuna değinilmiştir. Çalışmalarında, mevcut durum haritasıyla üretim hattında işlerin gerçekte nasıl işlediğini dökümente etmişlerdir. Daha sonra proses iyileştirmeleri ve israfların kök nedenlerinin elimine edilmesi sayesinde yalın üretim tasarımı ile gelecek durum haritasını geliştirmişlerdir.

Bir hastanede yapılan DAH çalışmasında hastanenin eczane bölümünde yapılan işlemde uzun temin süresinin olduğu görülmüştür ve bu problem müşterilerden şikayetler alınmasına neden olduğuda görülmüştür. İsrif zamanlarının kök nedeni ilaç depolama kutusunun olmaması ve kapsül paketleme aletinin olmaması olarak belirlenmiştir. İlaç depolama kutusu ve kapsül paketleme aleti temin edilerek temin süresini 45 dakikadan 30 dakikaya düşürmüşlerdir. Süreç çevrim etkinliği %66'dan %68'e yükselmiştir (Nasution, 2013).

Kahrıman (2013) tarafından otomotiv yan sanayisinde yapılan bir çalışmada, değer akış haritalama tekniği ayrıntılı olarak anlatılmış, mevcut durum haritası çizilmiş ve simülasyon programı yardımıyla optimimizasyon yapılması sonrasında gelecek durum haritası çizilmiştir. Çevrim zamanında iyileştirme oranı %29,1 olarak gerçekleştirilmiştir. Üretim akış süresinde %34,8 oranında ve katma değerli zamanda da %35,8 oranında iyileştirme sağlanmıştır.

Gönen (2013), tarafından otomotiv sektöründe yapılan çalışmada, eş zamanlı mühendislik ile DAH yöntemi birlikte kullanılarak ürünün imalatından önceki süreçte, israfların oluşmasının önüne geçerek önerilen gelecek duruma göre daha fazla yarar sağlanacağı düşünülmüştür. Önerilen gelecek durumda temin zamanında ise %74,6 oranında, yarı mamul stoklarında %84 oranında, toplam işlem zamanında %10,2 oranında, tip değişim zamanında %31,9 oranında, , iyileştirme sağlanmıştır. Bununla birlikte iş gören sayısında 23'den 19'a indirilmiştir. Eş zamanlı mühendislik ve Değer Akışı Haritalama yöntemiyle önerilen gelecek durumdaysa; temin zamanında %76,9 oranında, yarı mamul stoklarında %86,5 oranında, toplam işlem zamanında %37,5

oranında, toplam tip değişim zamanında %38,9 oranında iyileşme elde edilmiştir. İş gören sayısında 23'den 19'a düşürülmüştür.

Yapılan bir araştırmada (Kocabaş,2014) perakende sektöründe bulunan bir şirketin lojistik bölümü incelenmiştir. Bu bölümdeki israfların kolayca gözükebilmesi için değer akışı haritala yöntemi kullanılmıştır. Değer Akışı Haritalama yöntemi dışında birde simülasyon çalışması yapılmıştır. Mevcut duruma bakıldığında değer akışıyla elde edilen işlem zamanının, simülasyonda bulunan zamandan farklı olduğu görülmüştür, ancak gelecek duruma bakıldığında simülasyondaki ve haritadaki işlem zamanın birbirine yakın olduğu görülmektedir. Gelecek durumda çalışmanın yapıldığı bölümdeki akış süresi 221,3 saatten 124,3 saate, işlem süresi 19 saniyeden 9,2 saniyeye düşürülerek akış süresinde 43,8 %, işlem süresinde 51,8 % oranında iyileşme olacağı sonucu çıkarılmıştır.

Dublin'de önde gelen bir hastanenin acil departmanında yapılan DAH çalışması ile katma değer yaratmayan faaliyetler belirlenmiştir. Böylece yönetim ekibinin darboğazları ve değişikliklerin performans üzerindeki etkisini görmeleri sağlanmıştır. Çalışmada DAH ve simülasyon modelleme arasındaki entegrasyonun acil departmanı içindeki kapasite planlama faaliyetlerini modellemede etkili olduğu gösterilmiştir (Swalmeh ve diğ., 2014).

Turan ve Turan (2015) çalışmalarında yalın üretim tekniklerinin üretim sektöründe olduğu gibi sağlık sektöründe de iyileştirmeler yapabilmek için bir araç olarak kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Özellikle Değer Akışı Haritalama yöntemi ile mevcut durumdaki israfların net olarak görüldüğü söylenmiştir. Çalışmada sağlık sektöründe uygulanan yalın üretim örneklerinden özellikle Değer Akışı Haritalama yöntemi ile ilgili yapılan çalışmalardan kısaca bahsedilmiştir.

Ayakkabı sektöründe bulunan bir firmada yapılan çalışmada (Özveri ve Güçlü, 2015) mevcut durumu görebilmek için Değer Akışı Haritalama yöntemi uygulanmıştır. Daha sonra mevcut durumda görülen problemlere getirilen iyileştirme önerilerinin seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır. Seçilen iyileştirmeler uygulandıktan sonra sonuçlar incelenmiş ve gerçekleştirilen iyileştirmelerin olumlu neticeler verdiği görülmüştür.

Türkiye’de bulunan bir üniversite araştırma ve uygulama merkezinde yapılan çalışmada, Doğan ve Ersoy (2016) bu merkezde yapılan analizlerden bir tanesine odaklanarak Değer Akışı Haritalama uygulaması gerçekleştirmişlerdir. İlk önce mevcut durum haritası çizilmiş ve mevcut durum haritasında hizmet akışında bulunan değer katan ve değer katmayan işlemler belirlenmiştir. Sonrasında mevcut durumda görülen kayıpları yok edebilecek bir gelecek durum haritası tasarlanmış ve öneriler gösterilmiştir.

Maraşlı ve diğ. (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada dondurma üreten bir firmada ilk önce yalın düşünce prensipleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Ardından üretim hattında DAH yöntemi uygulanmıştır. Mevcut durumda yüksek kalıp değişim zamanları ve fazla stoklar belirlenmiştir. Yapılan çalışma sayesinde kalıp değişim zamanları ve stoklar minimize edilmiştir. Böylece zamandan ve maliyetten arttırım yapılmıştır.

Otomotiv yan sanayinde yapılan çalışmada (Kılıç ve Ayvaz, 2016), birçok yalın üretim tekniği kullanılmıştır. Çalışmada yalın üretim DAH yöntemi başta olmak üzere, SMED (Single Minute Exchange of Dies), hücresel üretim, 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke), tek parça akışı, kaizen, toplam verimli bakım, heijunka, poka-yoke, çekme sistemi, kalite çemberleri gibi yöntemler conta imalatı yapan firmada uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde üretim sürecindeki verimlilik arttırılmıştır.

Kayseri’de mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir şirkette yapılan çalışmada (Bulut ve Altunay, 2016) mevcut durumun incelenmesi ve varolan israfların görülmesi amacıyla DAH yöntemi uygulanmıştır. İnceleme sonucunda delik delme ve kenar işleme bölümlerinde gereksiz hazırlık zamanlarının ve israfların olduğu görülmüştür. Gelecek durum için iyileştirmeler önerilmiştir. Önerilen durumda yaklaşık olarak delik delme bölümünde vardiyada 261 adetlik, kenar işleme bölümünde ise vardiyada 576 adetlik kazanç miktarı belirlenmiştir.

Uçak bakım servisinde yapılan çalışmada (Stadnicka ve Ratnayake, 2017), müşteriler servislerde kısa bir teslim süresi beklemektedir. Teslim süresini minimize etmek için bakım işleriyle ilgili servis süreçlerini analiz etmenin, farklı işlerle ilgili israfları ve darboğaz işler gibi mevcut problemlerin belirlenmesinin hayati önem taşıdığı

belirtilmiştir. Çalışmada uçak bakım hizmeti sağlayan bir firmada, sağlanan bakım hizmetinin süreç döngüsünün verimliliğinin artırılmasında Değer Akışı Haritalama tekniğinin kullanımı gösterilmiştir. Ek bir işçi istihdam ederek bekleme süresini ortadan kaldırmışlardır. Ayrıca, uçak bakım sürecindeki aktivitelerin sırasını değiştirmek ve paralel olarak gerçekleştirmek üzere aktiviteleri yeniden düzenleyerek daha kısa sürede gerçekleşmesini sağlamışlardır. Geliştirmelerle teslim süresi % 63 oranında düşürülmüştür. Ek olarak işlem çevrim verimliliğinin yaklaşık dört kat arttığı ortaya konulmuştur. Gelecek durum haritası gelecek yalın aktiviteleri için rehber niteliği taşımıştır. Çalışmada şirketin gelecekte ilerlemesini engelleyecek sorunlar belirlenmiştir. Her engel için kök sebebi ortaya çıkarmak için 5 Neden yöntemi kullanılmıştır, bunu çözüm olarak önerilen kaizen olayları izlemiştir. Bu çalışmada iki kaizen olayı önerilmiştir. İlk kaizen için; plazma kesme prosesindeki değişkenliği azaltmak için optimum işleme parametrelerini belirlemede Taguchi deney tasarımı kullanılmıştır. Sonuç olarak yeniden işleme ortadan kaldırılmıştır ve üretkenlik artırılmıştır. İkinci kaizende sistem esnekliği artırılarak iş istasyonları arasındaki stok seviyesi düşürülmüştür.

Çatman (2017) tarafından OSİB (Orman Su İşleri Başkanlığı)'de yapılan bir çalışmada, CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) belgesi verilmesi süreci DAH yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Süreç adımları tek tek incelenmiş ve işlem süreleri ölçülerek kayıt altına alınmıştır. Bekleme zamanlarının kısaltılması ve önleyici çalışmaların artırılması için ilk olarak kurumun mevcut durum haritası ortaya konulmuştur. Mevcut durum haritasında tespit edilen problemler 5N (5 Neden) metodu ile değerlendirilmiştir ve önerilen durum gelecek durum haritasında modellenmiştir. Ayrıca bu çalışmada elde edilen bilgiler vasıtasıyla simülasyon programında da mevcut durum ve gelecek durum incelenmiştir. DAH ve simülasyon çalışmasından çıkan sonuçlar kıyaslanmıştır. İki uygulamada da benzer neticeler alınmıştır.

Sakarya' da faaliyet gösteren traktör üretimi yapan firmada yapılan bir çalışmada (Adalı ve diğ., 2017) saç işleme bölümünde platform imalatında meydana gelen darboğazın montaj hatlarındaki olumsuz durumu incelenmiştir. Değer Akışı Haritalama metodu kullanılarak mevcut durumdaki israflar belirlenmiştir ve gelecek durum için öneriler sunulmuştur. Mevcut durum haritasında tespit edilen 13,08 günlük

akış süresi gelecek durumda 4,35 güne düşürülmüştür ve böylece %66,7 oranında iyileşme gerçekleştirilmiştir. Bununla beraber çevrim süresi 6,360 saniyeden 5,880 saniyeye indirilmiştir, buradada % 8 oranında iyileşme sağlanmıştır.



2. DEĞER AKIŞI HARİTALAMA

2.1. Yalın Üretimde Değer Akışı Haritalamanın Yeri

1950’li yıllardan bu yana Dünya sanayisi ve müşteri imalatçı ilişkileri incelendiğinde, ilk önce müşterilerin imalatçılar tarafından satılanı almak durumunda kaldığını ve seçme hakkının olmadığı görülmektedir. 1970’li ve 1980’li yıllardan bu yana ise, küreselleşme ve teknolojinin ilerlemesiyle birlikte imalatçı ve müşteri arasındaki ilişkisinin bambaşka bir duruma geldiği görülmüştür. Karar verici konumuna artık müşteri gelmiştir ve yalnızca arzu ettiği özellikleri barındıran ürünü satın alma lüksüne sahip olmuştur. Piyasa artık müşteri odaklı bir hale gelmiştir. Yani bundan sonra üretim müşteri tarafından yönlendirilmekte ve yönetilmektedir (George, 2002).

Değişen piyasa koşulları nedeniyle şirketler arasındaki rekabet giderek artış göstermektedir. Firmalar bu rekabet ortamında ayakta kalabilmek için ya imalat alanlarını Çin, Meksika gibi işçiliğin ucuz olduğu ülkelere taşıyarak ya da yalın düşünce ve yalın üretim gibi yeni üretim tekniklerini kullanarak üretim maliyetlerini azaltmaya çalışmaktadırlar (Akçaoğlu, 2012) .

Yalın düşüncede bir ürünün ya da hizmetin değer akışında bulunan bütün israfların yok edilmesine odaklanılmaktadır. Yalın düşüncede amaç israfları sıfırlamak ve yalın üretime, yalın şirkete, yalın bir değer akışına sahip olmaktır (Yılmaz, 2012) .

Yalın düşünce değer in israftan arındırılmasına yardımcı olur, teknolojiler, organizasyonlar yerine kaynakların imalatına ve ürüne etkisi olan çalışmalara odaklanılarak ve israflardan kurtularak karlılığı arttırmak amaçlanmaktadır. Firmalar en başta yalın olmak için neler yapılmalı ve neler gerekli diye düşünerek bu yola çıkmalıdır. Yalın düşünce; ürün bazlı yalın düşünce, ürün akış yollarında yalın düşünce, üretilen ürünün müşteriye sevkiyatında yalın düşünce ve sürekli iyileştirmede yalın düşünce süreçlerinden geçmelidir (Tikici ve diğ., 2006) .

Yalın düşünce, değerin tanımlanması değer katan adımların doğru ve en iyi şekilde sıralanmasıyla giderek daha az tüketerek daha çok üretebilmeyi ve müşterilerin gerçek isteklerine daha fazla yaklaşmayı sağlar (Womack ve Jones, 1998).

Katma değer yaratan bir faaliyet olmamasına rağmen sistemdeki kaynakları tüketen, yani sistemde israfa neden olan tüm faaliyetleri ortadan kaldırmaya yönelik gerekli önlemlerin alınmasını hedefleyen yöntemlerden ve uygulamalardan oluşan felsefeye yalın üretim denir.(Yılmaz, 2012) .

Başka bir deyişle yalın üretim bütün israfları yok etmeyi amaç edinen bir yaklaşım olup, temel stratejisi hızı arttırarak, akış zamanını azaltarak teslimat, kalite ve maliyet performansını eş zamanlı olarak iyileştirmektir (Jackson ve Jones, 1996).

Günümüz üretim sistemlerinde verimli ve etkin bir şekilde faaliyet gösteren yeni nesil imalat stratejilerinin öne çıkmasının sebebi, bu üretim sistemlerinin müşteri istek ve seçimlerini en kısa sürede karşılamayı amaçlıyor olmalarıdır. Yalın üretim bu üretim yöntemlerinden en başarılısı ve en önemlisidir (Kara, 2004).

Yalın üretimin temeli değer kavramından oluşur. DAH yönteminde de değer kavramından yola çıkılır. Değer müşteri için üretilen ürünün üretimi boyunca yapılan katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin tamamı olarak tanımlanır. Değerin imalat süreci boyunca nasıl ilerlediğini kavramak için değer akışının analiz edilmesi gerekir. Değer Akışı Haritalama' da hammaddenin ürün olup müşteriye ulaşıncaya kadar oluşan tüm süreçlerin analiz edildiği bir yalın üretim yöntemidir (Akçaoğlu, 2012).

2.2. Değer Akışı Haritalama Nedir?

Değer akışı, ürün ve hizmeti oluşturmak için ana akış üzerinde bulunan katma değer yaratan ve katma değer yaratmayan işlemlerin bütünüdür. Bütün ürünler için temel akışlar ikiye ayrılır; kavramdan kuruluma kadar olan tasarım aşaması ve hammaddeden müşteriye kadar olan üretim akışı. Değer akışı incelenirken, sadece adım adım prosesler üzerinde değil büyük resme odaklanmak gerekir yani bütünü iyileştirme odaklanılır (Rother ve Shook, 1998).

Belirli bir mal ya da hizmeti meydana getirmek adına ihtiyaç duyulan somut faaliyetlerden oluşan değer akışı her firmada yer alan üç önemli yönetim fonksiyonu ile başarılır. Bu üç kritik yönetim; sorun çözme görevi, bilgi yönetimi görevi ve fiziksel dönüştürme görevidir (Womack ve Jones, 1998).

Değer Akışı Haritalama yöntemi aslında bir kağıt kalem tekniğidir. Ürünün değer akışı sırasında oluşan malzeme ve bilgi akışının görülmesini sağlayan yöntem Değer Akışı Haritalama yöntemi denir. Bu yöntemde müşteriden tedarikçiye kadar var olan bütün süreçler dikkatlice incelenir ve bu süreçte oluşan malzeme ve bilgi akışı Değer Akışı Haritalama' ya özel sembollerle çizilir. Sonrasında akışın daha doğru bir şekilde akması için bazı önemli sorular sorulur ve iyileştirilmiş gelecek durum haritası çizilir (Rother ve Shook, 1998).

Değer Akışı Haritalamada; israflar net olarak görünür hale gelir ve bilgi akışı ile malzeme akışı arasındaki bağlantı net bir şekilde gösterilir. DAH' da, bir kağıt ve kurşun kalem kullanılarak tek bir ürün grubu için üretim içinde kapıdan kapıya tüm süreçleri dolaşılır ve çizim yapılır (Rother ve Shook, 1998).

Üretim akışında bulunan malzeme akışı ilk görülen akıştır fakat malzeme akışının sağlanmasına yardımcı olan bir diğer akışta bilgi akışıdır. Bu iki akışta Değer Akışı Haritalama'da önemlidir (Rother ve Shook, 1998).

Değer Akışı Haritalama' da ana amaç yalın bir akış tasarlamaktır bu nedenle gelecek durumun çizilmesi çok önemli bir aşamadır. Çizim esnasında bunun ön plana çıkarılması konusunda dikkat edilmesi gerekmektedir. Gelecek durumun oluşturulmadığı sürece mevcut durumla bir yere varılamayacaktır.

DAH' da ilk olarak bilgiler toplanır. Bilgiler toplanırken doğruluğundan emin olunmalıdır. Bu yüzden imkanlar el verdiği sürece bilgiler sahadan toplanıp mevcut durum o şekilde çizilmelidir. Böylece gelecek durumun tasarlanabilmesi için gerek duyduğumuz gerçek bilgiler sağlanmış olur. Elimizde daha önceden elde edilmiş bilgiler olsa dahi bu verilerin sahada kontrolünün sağlanması faydalı bir DAH için oldukça önemlidir. Bu doğrulama sayesinde muhtemel sistemsel hataların farkedilip gerekli düzeltmelerin yapılması sağlanacaktır. Aksi halde doğru olmayan verilerle yapılacak çalışma hatalı olacaktır ve bizi yanlış yönlendirecektir (Kahrıman, 2013) .

DAH yöntemi hem üretim hem de hizmet sektöründe uygulanabilmektedir. Üretimde bir çok uygulamaya sahip olan DAH'ın sağlık sektöründe de kayde değer çalışma örnekleri bulunmaktadır.

Değer akışı haritalandırma yöntemi büyük resmin görselleştirilmesi ve haritanın ayrıntılarının eklenmesi olarak ikiye ayrılmıştır. (Sullivan ve diğ., 2002).

Firmalar, varlıklarını sürekli hale getirebilmek için iyileştirme yapacakları yerleri iyi belirlemeye ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden firmalar müşterilerin tam olarak neyi arzuladığını çok iyi bilmelidirler ve süreçlerini de bu isteklere göre şekillendirmelidirler. Yapılan faaliyetlerin müşteri için önemli olan bölümleri asla atlanmamalıdır; müşterinin önemsemediği fakat firmaya maliyet getiren şeyler mümkün olduğunca en aza indirgenmelidir. Üretim süreçlerindeki işler; katma değerli iş, gerekli fakat katma değersiz iş ve katma değersiz iş (muda veya israf) olarak tanımlanır (Rother ve Shook, 1998).

2.2.1. Değer

Değer, müşterinin satın aldığı ürün için ödeme yapmayı kabul edeceği her şeydir. Bu yüzden ilk olarak müşterinin ne istediğini iyi anlamak lazım ve müşterinin parasını ödemediği her işlemin elimine edilmesi gerekir.

Yalın düşüncede değer kritik bir çıkış noktasıdır. Değer son müşteri tarafından tanımlanabilir ve yalnız belli bir zaman diliminde belli bir fiyatta müşteri gereksinimlerini karşılayan belli bir ürün (bir mal veya hizmet ve genellikle her ikisi birlikte) cinsinden ifade edildiğinde bir anlam taşır (Womack ve Jones, 1998).

Müşterilerin para ödemeye istekli oldukları ürün dönüşümlerini içeren işlemlere değer denir. (Womack ve Jones, 1998). İş dünyasında rakiplere karşı değer açısından müşteriler takdirinde öne çıkmak için yüksek hizmete, yüksek kaliteye veya düşük maliyete ve düşük akış sürelerine gereksinim duyulmaktadır (Özfindık, 2011).

Günümüzde müşteri kavramı yepyeni bir boyut kazanmıştır. Müşteriler artık hem daha kaliteli ürünleri daha ucuza temin edebilmek hem de kullandıkları ürünlerin kendilerine göre olmasını istemektedirler. Bu gelişmeler firmaları, ürünleri müşteri

zevk ve seçimlerine uygun bir şekilde verimli ve etkin olarak üretebilecek yeni üretim stratejilerini, teknolojilerini ve yöntemlerini kullanmaya itmektedir (Kara, 2004).

Değer kavramının tanımlanması yalın üretimde başlangıç noktası olarak kabul edilmektedir. Değerin ne anlama geldiğini bilmek süreçlerde bulunan israfi belirleyebilmek için önemlidir (Rother ve Shook, 1998).

Müşterinin üründen beklentisini tedarikçinin yerine getirmesi için üründe yaptığı her türlü işlem katma değerli iş olarak tanımlanmaktadır. Müşterinin parasını vermekten çekinmediği her türlü faaliyet bu kategoride değerlendirilir. Bunlara örnek olarak; kesme, kaynak, boyama, enjeksiyon, örme, delme, kurutma, montaj, bükme, montaj, pres ve bunlara benzer işlemler verilebilir.

Bazende üründe katma değer yaratmayan fakat ürünü oluşturabilmek için yapmak zorunda olunan işler olabilmektedir. Ürüne hiçbir katkı sağlamadığı halde yapılması gereken bu faaliyetler gerekli ancak katma değersiz iş ya da yardımcı faaliyet olarak isimlendirilmektedir. Bu işlere örnek olarak; makine ayarları, parçayı tezgaha bırakma, yasal zorunluluklar, kalıp değişimleri, parçayı konveyörden alma, parçayı tezgaha bırakma, kalıp değişimleri, makine ayarları, ince ayarlar, parçayı tezgâha bırakma, iş sağlığı için gerekli adımlar verilebilir. Bu işlemler ürün üzerinde değişişe neden olmaz fakat yapılması zorunlu olduğu için yapılan işlemlerdir (Kahrıman, 2013).

Müşterilerin ürettiği değer kavramı; tamamlanmış ürünü satın alınırken öne sürdükleri beğeni ve zevklerinin kaynağıdır. Müşteri tarafından bakıldığında değeri yaratan üretimcidir. Dolayısıyla müşterilerin değer tanımlarına uygun imalat yapmak daha iyi sonuçların elde edilmesine yardımcı olacaktır (Efe, 2011).

Değer kavramı yalın üretime göre, sadece müşteri tarafından tanımlanan ve ürünün başka nitelikleriyle fiyatı bakımından müşterinin gereksinimlerine karşılık gelip gelmemesinin kıyasıdır (Womack ve Jones, 1998).

2.2.2. İsrâf

İsrâf Fujio Cho'ya göre; üründe değer yaratmak için muhakkak lazım olan en az miktardaki malzeme, işçilik saati, ekipman ve yer haricindeki her şeydir. Özetle, israf değer katmayan her şey olarak adlandırılabilir (Suzaki, 2005).

Ürünlere ya da hizmetlere değer katmayan, şirketin temel amacına doğru yol almasına yardımcı olmayan fakat yine de yaptığı faaliyetlerin tümüne israf denir. Yalın üretim ilkeleri ile toplam kalite yönetiminde temelde yedi israftan söz edilmektedir; bekleme, fazla işlem ya da yanlış işlem yapma, gereksiz hareket, fazla stok, gereksiz taşıma, kusurlu üretim ve fazla üretim (Ohno, 1996). Ohno'nun belirtmiş olduğu israf türleri kısaca aşağıdaki gibi açıklanabilir (Kocabaş, 2014);

- Bekleme: Ürüne değer katan bir şeyin yapılmayıp boş vakit geçirilmesi anlamına gelir. Mesela; çalışanın vakit alan hazırlık zamanları, bilgiyi, malzemeyi, makineyi beklemesi, gereğinden çok onay alma zorunluluğu.
- Gereksiz İşlem: Müşteriye tesir etmeyen, değer yaratmayan, bağlanabilir faaliyetlerdir. Mesela; gereğinden fazla veri, gereksiz denemeler, gerekli olmayan dökümanların doldurulması.
- Gereksiz Hareketler: Değer yaratmayan ve amaca hizmet etmeyen hareketlerdir. Mesela; eğilme, yürüme, kaldırma.
- Aşırı Stok: İmalat ya da satış için gerekli olandan çok ürün veya malzemedir. Güvenlik sıkıntısına, fazla depo bölümüne, sigorta giderlerine neden olur.
- Hatalı Üretim: Ürün ya da hizmetin müşteri gereksinimlerini cevap vermeyecek biçimde oluşturulmasıdır. Az karlılık, sevkiyatın gecikmesi, iade, daha fazla maliyet, garanti giderleri şeklindeki problemlere neden olur.
- Fazla Üretim: Sipariş adedinden fazlasını üretmektir. Fazla insan gücü, aşırı envanter, fazla saklama alanı ve büyük parti miktarlarına neden olur.

Firmalar gelişmek için mutlaka mevcut durumunu incelemeli ve mevcut durumda bulunan israfları belirlemelidirler. Belirlenen israfların kararlılıkla üstüne gidilip yok edilmesi gerekmektedir.

2.2.3. Değer akışı haritalamanın faydaları

Değer akışı haritalandırma yöntemiyle firmadaki israf noktaları anlaşılır bir şekilde gösterilerek bütün firma çalışanlarının bunları yok etmek adına gelecek durum haritasını oluşturmalarını sağlamaktadır (Seth ve Gupta, 2005).

DAH ürünü oluşturmak için gerekli olan tüm proseslerin, proseslere özgü bilgilerle birlikte detaylı bir görünüşün görülmesini sağlayarak parçayı değil bütünün algılanmasına yardımcı olur. Çoğu nitel yöntemden çok daha fazla yarar sağlayan ve problemlerin giderilmesi için nelerin gerekli olduğunu belirlemek için kullanılan nicel bir yöntemdir (Rother ve Shook, 1998).

DAH sayesinde malzeme ve bilgi akışı arasındaki bağlantı kolaylıkla görülebilir. DAH dışında başka şekilde bu yapılamaz. Firma içerisinde DAH ile ortak bir dil oluşturulmuş olur. Sadece israfların görülmesini sağlamaz aynı zamanda israfların oluşumunda görülmesi konusunda yardımcı olur (Rother ve Shook, 1998). Bu yöntemle birlikte iyileştirme noktaları için aksiyon planları oluşturulur.

DAH yalın teknikler için kamçı etkisi yaratmaktadır. Değer yaratmayan faaliyetlerin bulunduğu alanlar yalın uygulamalarla birlikte iyileştirilebilmektedir.

DAH yöntemi sorunların giderilmesi için yalnızca görsel bir kaynak değil aynı zamanda kapıdan kapıya bütün süreç boyunca çevresel faktörlerle de alakadar olan bir yöntemdir (Rother ve Shook, 1998).

DAH yönteminde, akış ile ilgili kararlar görünür olduğu için üzerinde konuşulabilir bir hale gelir. Yoksa hatta alınan çoğu karar ve ayrıntıları yanlış olabilir (Rother ve Shook, 1998).

Değer Akışı Haritalama yöntemi sayesinde yalın tekniklerle yalın kavramları birleştirilir (Rother ve Shook, 1998).

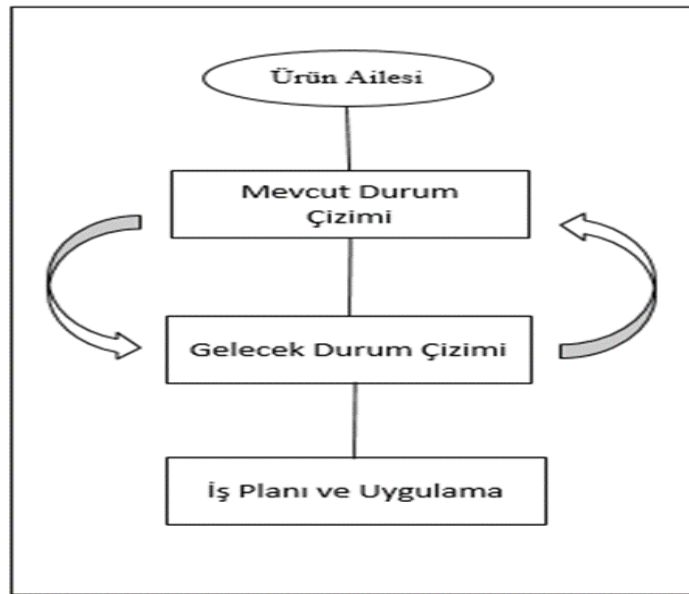
Malzemeyle bilgi akışı hakkında bilgi sahibi olunursa, iş akışından kaynaklanan sorunların yok edilmesi, maliyetlerin azaltılması, kalitenin iyileştirilmesi, teslimat sürelerinin kısaltılması, verimliliğin artırılması, müşteri memnuniyeti, zamana bağlı rekabetin elde edilmesi gibi yararlar sağlanır (Emiliani ve Stec, 2004).

Yalınlaşmayı başarabilmek adına yalın araçlar, talepler ve metriklerle kişiler arasında ilişki yaratmaktadır. Daimi bir yalınlığa güvence vermektedir. Yalın kavramları herkesin kavramasını ve devamlı bir şekilde ilerletmesine olanak sağlamaktadır. Atölyede bulunan akış süreçlerinin denetlenmesine imkan sağlamaktadır. Hakiki bir geliştirme planı ve yalın tasarımı meydana getirmektedir (Özkan ve diğ., 2005).

2.3. Değer Akışı Haritasının Çizilmesi

Değer Akışı Haritalama' da ilk önce müşteri aracılığıyla tanımlanan değer anlaşılmalı ve sonrasında değer akışı görselleştirilmelidir. Değer akışının görselleştirilmesinin ardından değer akışının olduğu yerlerde gelecek durum oluşturulmalı ve geliştirilmelidir. Sadece müşterinin çekme sisteminin devreye girmesiyle imalat gerçekleştirilmektedir. Sürekliliğin sağlanması için yeniden yeni gelecek durum haritaları oluşturulmaktadır ve devamlı mükemmelliğin sağlanması için devamlı olarak iyileştirilmektedir (Duggan, 2002).

Değer akışı haritalandırmada Şekil 2.1' de görünen adımlar uygulanır. Bu yöntemde ilk önce bir ürün ailesi seçilir sonra seçilen ürün ailesinin mevcut durumu analiz edilir, analiz edilen durum incelenerek gelecek durum oluşturulur, son olarak gelecek durumun gerçekleşmesi için iş planı ve uygulama adımına geçilir.



Şekil 2.1. Değer akışı haritalama yönteminin adımları (Rother ve Shook, 1998)

2.3.1. Ürün ailesinin seçimi

DAH, firmada bir ürün ailesi için tüm prosesleri dolaşarak onları haritada göstermek demektir. Birçok ürün veya hizmeti olan şirketlerin ürün ya da hizmet akışlarını yalnızca bir haritada göstermesi ciddi anlamda karışıklık yaratacaktır ve buna gerek olmayacaktır. DAH' a başlarken ilk olarak ürün ailesinin seçimi yapılır. Benzer süreçlerde işlem gören ve bilhassa imalatın sonlarındaki süreçlerde ortak takım kullanan ürün gruplarına ürün ailesi denir.

Ürün aileleri, birden fazla ürün ailesi için partiler halinde hizmet veren aynı zamanda imalatın başlarında bulunan faaliyetler dikkate alınarak tanımlanmamalıdır. Ürün ailesi seçiminde, odak yalnızca bir ürün ailesinde olmalıdır. DAH uygulanırken müşteri ve üretici tarafından değer kriteri dikkate alınmalıdır. Çünkü müşteriler bütün ürünlerle ya da hizmetlerle değilde kendilerinin arzu ettiği ürünlerle ya da hizmetlerle alakadar olurlar. Ürün ailelerinden seçilenin ne olduğu, müşterinin hangi aralıkla ve ne miktarda arzu ettiğini anlaşılır bir biçimde yazmak gerekmektedir (Rother ve Shook, 1998).

		Montaj Adımları ve Ekipmanlar							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ÜRÜNLER	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Şekil 2.2. Ürün ailesi matris seçimi (Rother ve Shook, 1998)

DAH uygulayacağımız işletmede ürün çeşidi faylıysa, Şekil 2.2' de görüldüğü gibi ürünler bir ekseninde montaj adımlarıyla takımlar diğer bir ekseninde yer alacak şekilde bir matris meydana getirilebilir (Rother ve Shook, 1998).

DAH yönteminin uygulanacağı ürün grubunun tanımlanmasının ardından, bu adımdayken hem firma ile alakalı hem de imalat süreciyle alakalı birçok bilgi biraraya getirilmelidir (Özgürler, 2007). Bu bilgiler; çevrim süreleri, süreç içi envanter adetleri, tedarik planları, sevkiyat planları, iş yapan sayıları, vardiya başına imalat yapılan net zaman, vardiya başına çalışılan toplam zaman ve planlanan çalışılmayan sürelerdir.


Bu toplanan veriler sonrasında çalışmayı yürüten ekip bir sonraki adım olan mevcut durumun haritalanması aşamasına geçebilirler.

2.3.2. Mevcut durum haritasının çizimi

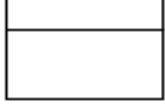

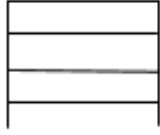


Ürün ailesinin seçiminin tamamlanmasının sonrasında seçilen ürün ailesinin mevcut durum haritasının çizilmesi gerekmektedir. Mevcut durum haritasında ürün veya hizmetle ilgili faaliyetlerin nasıl ilerlediği adım adım gösterilmektedir. Mevcut durum haritası tek başına kullanılırsa hiçbir fayda sağlamayacaktır. Yani mutlaka sonrasında gelecek durum haritasında çizilmelidir (Efe, 2011). Mevcut durum haritası, çizimi yapılacak olan ürün ailesiyle ilgili direkt üretimden elde edilen verilerle ve standart sembollerle oluşturulur. Mevcut durum haritasında imalat aşamasındaki bilgi ve malzeme hareketleri standart semboller kullanılarak kurşun kalem ve kağıtla çizilir (Braglia ve diğ., 2006).

Mevcut durum haritasının rahatça oluşturulması daha önceden toplanan bilgilere bağlıdır. Bilgilerin tutarlı ve hakiki olması mevcut durumun tasarlanmasını oldukça rahat bir hale getirecektir (Kahrıman, 2013). Mevcut durum haritası oluşturulurken türlü sembollerden faydalanılmaktadır. Aşağıda Tablo 2.1 'de kullanılan temel semboller ve sembollerin açıklamaları görülmektedir.






Tablo 2.1. Değer akışında kullanılan temel semboller (Rother ve Shook, 1998)

<p style="text-align: center;">STO K</p> 	<p>Bu sembol hem üretimdeki ard arda iki işlem arasında bulunan envanter miktarını hem de hammadde envanterini gösterir. Prosesler arasında birikmiş olan her stok için başka bir stok sembolü çizilir.</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

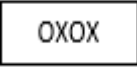



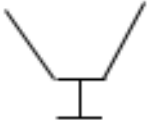
Tablo 2.1. (Devam) Değer akışında kullanılan temel semboller (Rother ve Shook, 1998)

<p>ÜRETİM PROSESİ</p> 	<p>Bu sembol bir imalat prosesi, bir hat ya da makine olabilir. İzlenen akışta malzemenin geçtiği tüm süreçler bu şekil ile gösterilir.</p>
<p>DIŞ KAYNAK</p> 	<p>DAH' da hem başlangıç hem de bitiş noktasında kullanılan bir semboldür. Hammaddenin tedarikçiden alınmasıyla imal edilen nihai ürünün müşteriye sevki bu sembolle gösterilir.</p>
<p>BİLGİ KUTUSU</p> 	<p>Bu sembol haritada üretim proseslerinin altında ya da fabrika sembolünün altında bilgilendirme amacıyla bulunur.</p>
<p>SİNYAL KANBANI</p> 	<p>Süpermarkette bulunan envanter miktarı belli bir seviyeye dayandığında öncül faaliyete imalat emri veren kanban mekanizmasını sembollemektedir.</p>
<p>KAMYON İLE SEVKİYAT</p> 	<p>Düzenli bir şekilde müşteriye sevkedilen ürünü ya da tedarikçiden gelen malzemeyi temsil eder.</p>

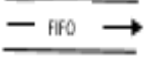



Tablo 2.1. (Devam) Değer akışında kullanılan temel semboller (Rother ve Shook, 1998)

<p>İTME OKU</p> 	<p>Bu sembol, üretim esnasında bir proste imaledilen ürünün, bir sonraki proste faaliyetin bitip bitmediğini önemsemeden itme yoluyla iletilmesini göstermektedir.</p>
<p>BİLGİ AKIŞI</p> 	<p>Değer akış haritasında bulunabilecek bütün akış dahilinde olmayan bilgiler (bilginin sıklığının ne olduğu, hangi elektronik araçlailetildiği vb.) bu kutuya yazılmalıdır. Bu kutuya yazılan bilginin kısa ve net olması gerekmektedir. Semboller ya da kısaltmalar kullanılabilir.</p>
<p>BİTMİŞ ÜRÜNÜN MÜŞTERİYE HAREKETİ</p> 	<p>Bu sembol ile malzemenin tedarikçiden yani dış kaynaktan üretime gelmesi ya da üretimin ardından müşteriye sevk edilmesi şeklinde iki farklı durumu göstermektedir.</p>
<p>ÇEKME</p> 	<p>Bu sembol süpermarket sembolüyle beraber kullanılan bir şekildir. İşlem için çekme sisteminin olduğunu göstermektedir.</p>
<p>SÜPERMARKET</p> 	<p>Süpermarket, imalat süreleri aynı olmayan arda arda dizilmiş proseslerdeki ara stoğun birikmemesi, fazla ürünün gerçekleştirilmemesi ve malzeme akışının düzgün olması için kullanılmaktadır. Bu sembol gelecek durum haritasının çiziminde kullanılır ve akışı geliştirmek için gerçekleştirilen iyileştirmeleri sembolize eder.</p>


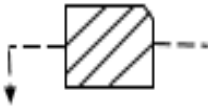


Tablo 2.1. (Devam) Değer akışında kullanılan temel semboller (Rother ve Shook, 1998)

<p>YÜK SEVİYELENDİRME</p> 	<p>Belli bir vakit süresince ürün akışının düzenli ilerlemesi için planlanan kanbanların sınıflandırılması anlamına gelir.</p>
<p>OPERATÖR</p> 	<p>Bu şekil, belirli bir proste çalışan personel sayısını belirtmek için üretim proses kutusu içerisinde kullanılır.</p>
<p>MANUEL BİLGİ AKIŞI</p> 	<p>Genel bilgi akışıdır. Sevkiyat çizelgesi ve üretim çizelgesi örnek olarak verilebilir.</p>
<p>ELEKTRONİK BİLGİ AKIŞI</p> 	<p>Bu sembol, teknolojinin kullanılmasıyla elektronik olarak alınan ve gönderilen bilgi anlamına gelir. Bu bilgi LAN (Local Area Network), internet, WAN (Wide Area Network) gibi elektronik ağlar yardımıyla gönderilir.</p>
<p>KANBAN KUTUSU</p> 	<p>Bu sembol, kanbanların içine konduğu kutuyu temsil eder. Bu kutunun yer aldığı adımlarda daha fazla çekme ve üretim kanbanlarının yer değiştirmesi hedefi bulunmaktadır.</p>

Tablo 2.1. (Devam) Değer akışında kullanılan temel semboller (Rother ve Shook, 1998)

<p>İLK GİREN İLK ÇIKIŞ SIRALI AKIŞ</p> 	<p>Bu şekil, ilk giren ürünün ilk çıkması fikrinin uygulandığı prosesi temsil eder. CONWIP’de (sabit ara stok) kullanılır. Mesela sürekli işlenen bir parçanın akışında; bir proseste arka arkaya olan iki üründen arkadaki önceki işlendikten sonra işlenir.</p>
<p>TAMPON VEYA EMNİYET STOĞU</p> 	<p>Bu sembol, bozulmalar gibi problemlere önlem olarak elde bulundurulmuş stoğu gösterir. Sistem başarısızlığı ve müşteri siparişlerinde anlık olarak gerçekleşen değişikliklere karşı sistemi korur.</p>
<p>KAİZEN İYİLEŞTİRMELERİ</p> 	<p>Gelecek durum haritasında, 5S, kaizen, SMED, heijunka, jidoka gibi yapılan iyileştirmeleri için kullanılır.</p>
<p>YIĞIN HALİNDE</p> 	<p>Bir veya daha fazla çeşit ürün için farklı anlarda, farklı adetlerde talep edilen malzemeler için tedarikçi hücreye gönderilen kanban grubunu temsil eden bir semboldür.</p>
<p>ÜRETİM KANBANI</p> 	<p>Bu şekil, daha önceden belirlenmiş parça adedinde imalat yapılmasını tetiklemek amacıyla kullanılan bir sinyaldir.</p>

Tablo 2.1. (Devam) Değer akışında kullanılan temel semboller (Rother ve Shook, 1998)

<p>SIRALI ÇEKME TOPU</p> 	<p>Bir proseste süpermarkete gerek duyulmayan ve çoğunlukla bir adet ürünün çekilmesine ihtiyaç duyabilecek yerlerde bulunan çekme yapısını temsil eder.</p>
<p>ÇEKME</p> 	<p>Bu şekil, bir alışveriş listesi, bir karttır. Alıcı prosesin malzeme taşıyıcıya, süperparketten malzemin alınması ve transferi için talimat verebilmesi için bu kartlar kullanılır. Malzeme taşıyıcı süpermarkete gider ve alıcı prosesin gerek duyduğu istenen sayıda parçayı çeker.</p>
<p>"GİT GÖR" ÜRETİM ÇİZELGELEME</p> 	<p>İmalat sırasında gözlemcinin sahaya inerek üretimi gözlemleyip manuel olarak kayda almasını temsil eder.</p>
<p>ZAMAN EKSENİ</p> 	<p>Akıшта belirlenen stokların kaç güne karşılık geldiğinin belirtildiği ve işlem sürelerinin yazıldığı alandır.</p>

Tapping ve diğ. (2002) tarafından mevcut durum haritasının çizilme aşamasında göz önünde bulundurulması gerekenleri aşağıda belirtildiği gibi tanımlamıştır;

- Harita üstünde birçok değişiklik olacağı için kurşun kalem kullanılmalıdır,
- Sembollerin kullanılması gerekmektedir,
- Doğru bir anda yapılmalıdır acele ederek değil,
- İhtiyaç duyulan ve doğru bilgilere yoğunlaşılmalıdır,
- Nereye ulaşılacak istendiğinden önce nerede bulunduğunun kavranması gerekir,
- Standart olan değerler kullanılmamalıdır, güncel veriler toplanmalıdır,
- Yalnızca süreçtekiler not edilmelidir, süreç haricindekiler not edilememelidir.

Mevcut durum haritası hazırlanırken model değiştirme süresi, çevrim süresi, üretim parti büyüklüğü, operatör sayısı, makine kullanım oranı, katma değer süresi, takt zamanı, akış süresi, kullanılabilir çalışma süresi ve değer katmayan süre gibi bazı genel veriler ortaya çıkarılmalıdır.

C/O (Model değiştirme süresi): Bir tipten başka bir tipe geçerken harcanan süredir (Rother ve Shook 1999).

C/T (Çevrim süresi): Prosesle ilgili işğörenin bir çevrim boyunca yüklendiği iş elemanlarının gerçekleştirilebilmesi amacıyla harcadığı süresir. Aynı zamanda bir proses tarafından ürün ya da parça bitirme sıklığı olarakta tanımlanır. (Rother ve Shook 1999).

Üretim parti büyüklüğü : Mesela üç günde bir ürün üretip üç gün sonra diğer bir ürüne model değiştiriliyor ise “üç günlük ürün” üretim parti büyüklüğü olarak belirlenir (Rother ve Shook 1999).

Operatör sayısı: Süreçte işğören kişi sayısını tanımlar.

Makine kullanım oranı: Makinanın arzasız kullanıldığı oranı temsil etmektedir.

V/A (Katma değer süresi): Müşterinin arzu ettiği ürünü yaratabilmek için yapılan işlemlerin süresi olarak tanımlanır (Rother ve Shook 1999).

Takt zamanı: Müşterinin siparişini verebilmek için bir ürünün ne sıklıkla imal edilmesi gerektiğini açıklar (Rother ve Shook 1999).

Akış süresi : Bir ürünün değer akışında, ilk noktadan son noktaya gidene kadar geçirdiği süreyi belirtir (Rother ve Shook 1999).

Kullanılabilir çalışma süresi: Toplam çalışılabilir süreden molaların ve buna benzer planlı duruşların çıkarılmasından elde edilen süredir, saniye cinsinde belirtilir.

Değer katmayan süre: Ürün üzerinde artı bir değer yaratmayan fakat buna rağmen yapılan işlemler için harcanan süreyi belirtir.

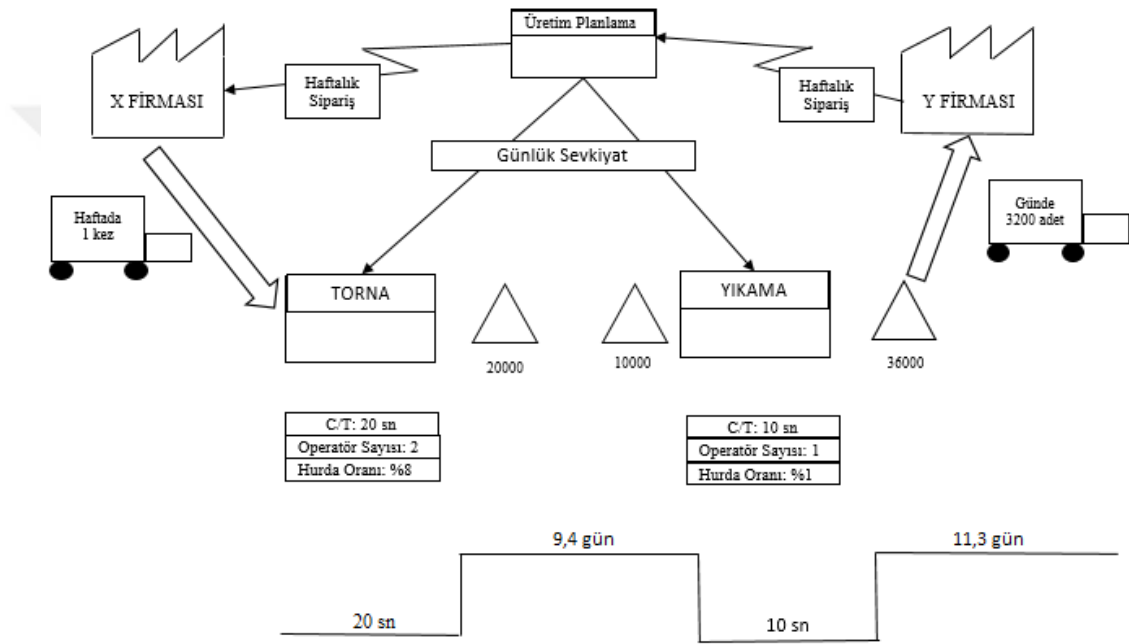
Mevcut durum haritasının çizilebilmesi için gerekli veriler toplandıktan sonra, aşağıdaki adımlar takip edilir (Rother ve Shook 1999);

- Haritanın sağ üst kısmına Tablo 2.1’de bulunan dış kaynak sembolü kullanılarak tedarikçi ismi sembolün içine yazılır, yine aynı şekil kullanılarak haritanın sol üst kısmına müşteri ismi yazılır. Tedarikçi için çizilen sembolden ilk prosese doğru, müşteri için çizilen sembolden de son prosese doğru bir ok çizilir. Okun üzerinde tedarikçiden hammadde fabrikaya nasıl geliyorsa onun sembolü çizilir ve müşteriye bitmiş ürün nasıl gidiyorsa onun sembolü çizilir. Örneğin; kamyon ile hammadde taşınıyorsa okun üzerine kamyon resmi çizilir ve içine bu tedarikçinin ne sıklıkla yapıldığı yazılır.
- Tedarikçi ve müşteri belirtildikten sonra ikisinin orta kısmına Tablo 2.1’de ki üretim prosesi sembolü konular, sonrasında içine tedarikçi ve müşteri ile bilgi alışverişinde bulunan departman yazılır. Örneğin; Üretim planlama departmanı yazılabilir.
- Tablo 2.1’ de yeralan manuel bilgi akışı ve elektronik bilgi akışı sembolü kullanarak firma ile tedarikçi ve firma ile müşteri arasındaki bilgi akışı gösterilir. Kullanılan sembollerin üstüne Tablo 2.1’ de bulunan bilgi akışı sembolü konular ve bilgi akışının sıklığı yazılır.
- Belirli bir zamanda sevkiyattan geriye doğru tüm prosesler çizilir ve prosesler Tablo 2.1’ de bulunan üretim prosesi sembolü kullanılarak çizilir. Sembolün içinde prosesin ismi belirtilir. Örneğin; torna, montaj vb. proses adımları olabilir. Sembolün altında da yine Tablo 2.1’ de bulunan bilgi kutusu kullanılarak prosesle ilgili bilgiler bu kutunun içerisine yazılır. Örneğin; prosesin işlem süresi, prosesde çalışan operatör sayısı, prosesin hurda oranı vb. bilgiler bilgi kutusunda yerleştirilir.
- Eğer prosesler arasında stoklar varsa bunlar Tablo 2.1’ de bulunan stok sembolü kullanılarak sembolün altında stok adedi yazılarak belirtilir.
- Tüm bu semboller kullanıldıktan sonra en alta Tablo 2.1’ de yeralan zaman çizelgesi sembolü kullanılarak değer katan işler, değer katmayan işlerin süreleri ve stokların kaç güne karşılık geldiği yazılır. Zaman çizgisinin yukarıda kalan düz çizgisi stoklarda ve değer katmayan işlerde kullanılır. Aşağıda kalan düz çizgisi de değer katan işlerde kullanılır.
- Değer katan işlere örnek olarak bir çeliğe müşterinin istediği şekli veren tornatezgahı verilebilir. Bu torna tezgahının işlem süresi 50 sn ise zaman çizgisinin aşağıda kalan kısmına 50 sn yazılır. Stok olarakta iki proses arasında örneğin 100 adet olsun müşterinin günlük talebide 50 adet olsun, bu durumda stok adedinin müşteri

talebine bölünmesiyle stok gün sayısı 2 gün olarak bulunur. Bu değerde zaman çizelgesinin üstte kalan düz çizgisine 2 gün olarak yazılır. Parçanın akışında değer yaratmayan bir prosesle karşılaşıldıysa ve örneğin bu prosesin işlem süresi 10 sn ise zaman çizelgesinin üst çizgisine 10 sn yazılır.

- Yukarıdaki tüm adımlar uygulandıktan sonra zaman çizelgesindeki tüm süreler toplanarak mevcut durumdaki toplam akış süresi elde edilir.

Bütün bu adımların görsel halinin örneğini Şekil 2.3' de görebilirsiniz.



Şekil 2.3. Mevcut durum haritası örneği

2.3.2. Gelecek durum haritasının çizimi

Gelecek durum haritasının oluşturulmadan önce mevcut durum haritasına yeniden bakılmalı ve ürün akışı kontrol edilmeli emin olunmayan bir bilgi varsa ilgili yer yeniden kontrol edilmeli. Eğer bir problem yoksa gelecek durum haritasına başlanabilir.

İsrafa neden olan sorunlar mevcut durumun çizilmesiyle tespit edildikten sonra bu sorunların ortadan kaldırılması için iyileştirme adımlarının belirlenmesi gerekir. Mevcut durum haritasının üzerinde DAH çalışmasını yapan takım üyeleri tarafından iyileştirmeye yönelik değişiklikler yapılır. İyileştirme önerileri ışığında gelecek durum haritası çizilir. Bu haritanın çizilmesi mevcut durum çizilmesinden daha uzun sürer (Efe, 2011).

Gelecek durum haritasının çizilmesinin ana hedefi, yalın üretime geçiş aşamasında değer akışının hangi kısımlarında yalın üretim teknik ve araçlarının kullanılacağına belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Arzu edilen yalın değer akışının durumunu gelecek durum haritası gösterir (Braglia ve diğ., 2006).

Bir işletmede varolan bir ürün ile ilgili bir çalışma yapıldığında, çizilen değer akışı haritasında belirlenen israflar incelenen ürünün dizaynı sonucu oluşmuş olacaktır ya da daha önce alınmış olan makinanın ve bazı aktivitelerin yerleşimleri arasındaki uzaklığın sonucunda meydana gelmiş olacaktır. Bu özelliklerin değişimi kısa sürede olmayabilir. Eğer yeni bir ürün üstünde çalışılmıyorsa; proses teknolojilerini, ürün dizaynını ve fabrika yerleşimlerini verilmiş şartlar olarak kabullenip gelecek durum haritasının birinci aşaması olarak bu özelliklerin dışında varolan israf kaynaklarının tamamını acil olarak yok etmeye odaklanılmalıdır. Sonraki aşamalarda ürün teknolojisi, dizaynı ve yerleşim unsurları hakkında çalışmalar yapılabilir (Rother ve Shook, 1999).

Gelecek durum haritasını oluştururken; müşteri isteğine göre net çalışma zamanına göre TAKT süresinin belirlenmesi, çekme siteminin kullanılması ve üretim karmaşasının seviyelendirilmesi, olabildiğince her yerde devamlı akışın kullanılması ve üretim kontrolünü sağlamak için süpermarketlerin kullanılması faydalı olacaktır (Rother ve Shook, 1999).

Gelecek durum haritasında belirlenen iyileştirme planlarının gerçekleştirilmesiyle belirli zaman sonra bu gelecek durum yeni bir mevcut duruma dönüşücektir. Sonrasında bu mevcut durum haritası için yeni bir gelecek durum haritası çizilecektir ve bu döngü sürekli tekrarlanacaktır (Birgün ve diğ., 2006).

Gelecek durum haritasında bulunan iyileştirmeler için;

- Makine kullanım oranlarında iyileşme,
- Toplam iş miktarındaki değer yaratmayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması,
- Parti büyüklüğünde ve model değişim sürelerinde azalma sağlanmalıdır (Rother ve Harris, 2001).

Süreçte bulunan çalışanların makineleri beklemesi, çevrim dışı hareketler, tamamlanmış ürünün çıkarılması, süreç içindeki yürüme temel kaizenlerdir. İşgörenler

parçayı makinelere yükledikten sonra makinenin çalışması esnasında işgörene gereksinimin olmaması gerekir. Yoksa işgören makineye bağlanması sebebiyle israfa neden olur (Rother ve Harris, 2001).

Çizilecek gelecek durum haritası için bazı sorulara verilecek cevaplarla daha kolay bir tasarım yapılabilir. Bu sorular aşağıda gösterildiği gibidir (Rother ve Shook, 1999);

- Tasarlanan gelecek durum haritasında olduğu gibi değer akışının akması için ne çeşit kaizenlere gereksinim duyulur?
- Sürekli akış sistemi nerelerde kurulabilir?
- Müşteriye en yakın proseslerin kullanılabilir çalışma sürelerine göre takt süresi nedir?
- Süpermarket çekme sistemleri, sürekli akışın öncesindeki süreçlerin imalatlarını kontrol etedebilmek için nerelerde oluşturulacaktır?
- Direkt sevkiyata mı imalat yapacaksınız yoksa müşterinin çektiği tamamlanmış ürün süpermarketi mi oluşturulacaktır?

Gelecek durumu oluşturmak için seviyelendirme, müşteri talebi ve akış adımları gerçekleştirilmektedir (Ahmetoğlu, 2007);

- Seviyelendirme: Envanter miktarını, süreç içi stok adetlerini düşürmek ve müşteri siparişlerini daha düşük adetlerde almak için; iş tür ve hacim açısından daha küçük bölümlere bölünür.
- Müşteri talebi: Bu aşamada müşterinin isteğini iyi anlaşılmalıdır. Ürünle alakalı olan temin süresi, kalite kriterleri ve fiyat açısından ne arzuladığını anlamak gerekmektedir.
- Akış: Fabrika içinde sürekli ve sorunsuz bir değer akışının sağlanması ile hem organizasyon içi hem organizasyon dışı müşteriler doğru miktarda, doğru zamanda ve istenilen kalitede ürünü alırlar.

Gelecek durum haritası sonradan elde edilen veriler doğrultusunda değiştirilebilir olmalıdır. Mevcut durum haritasında olduğu gibi gelecek durumun çizilmesinde de tedarikçi, müşteri ve imalat kontrol sembolleriyle, semboleri birbirine bağlayan oklar kullanılmaktadır. Sonraki adım olarakta haritada teslimat bilgilerine yer verilmelidir. Bu aşamaların ardında gelecek durum tasarlanabilir. Gelecek durum tasarlanırken; verilen kararlarda DAH ekibinin aynı fikirde olmasına, bir amaç belirlenmesine, en

ufak detaylarında düşünülmesine, planlanan yöntemlerin gerekirse daha sonra değiştirilebilir olmasına ve oluşturulan haritanın geliştirilmesi konusundaki çalışmalara dikkat edilmesi gerekmektedir (Özgürler, 2007).

2.3.3. Değer akışı için aksiyon planı

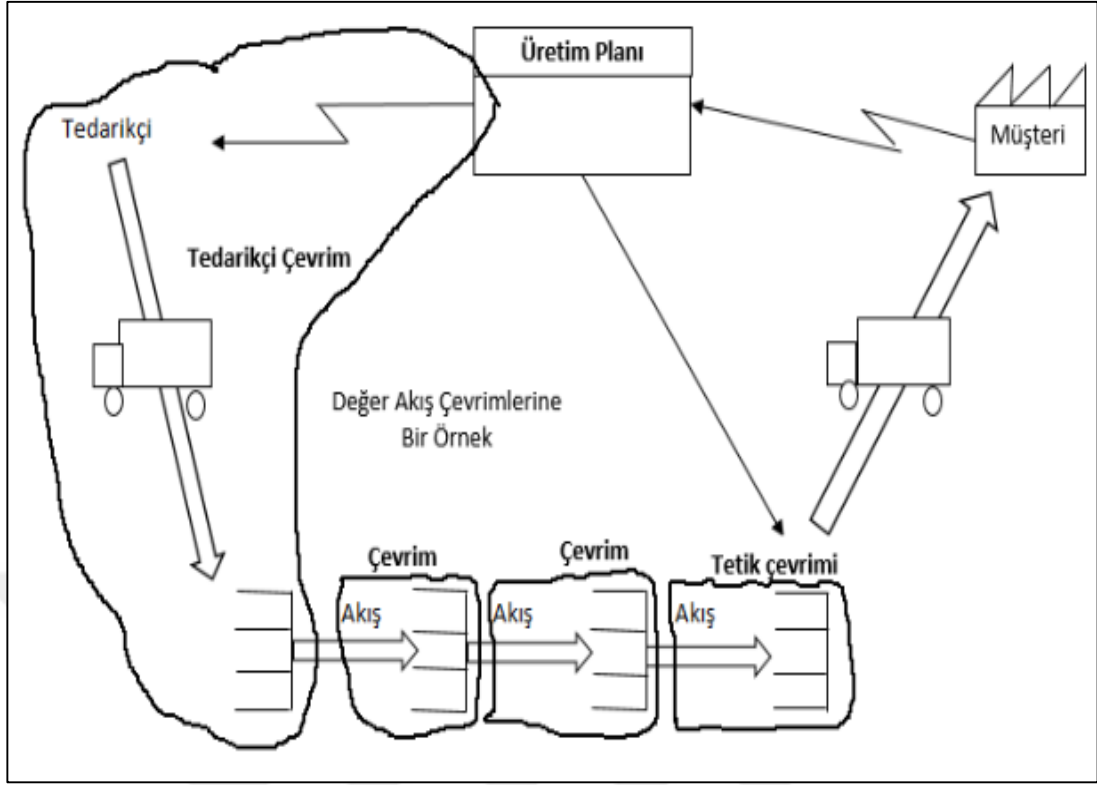
DAH yönteminin son adımında oluşturulan gelecek durum haritasının gerçekleştirilmesi için gerekli olan aksiyon listesi hazırlanır. Hazırlanan aksiyon listesi sonrasında, listede yer alan aksiyonlar hayata geçirilmelidir. Değer akışının sadeleştirilmesi amacıyla;

- Aksiyon listesinde yer alan iyileştirmelerde kimlerin yer alacağı belirlenmeli,
- Bir takvim hazırlanmalı,
- İhtiyaç duyulan kaynaklar belirlenmeli ve iyileştirme faaliyetleri uygulanmalı,
- Uygulamaların sonucunda, tamamlanan iyileştirmeler sayısal olarak ölçülmeli ve çizilen gelecek durum haritasına ne kadar yaklaşıldığı takip edilmeli,
- İhtiyaç duyulan yerlerde değişiklikler yapılmalıdır (Dağ, 2009).

Tasarlanan gelecek durumun başarılması amacıyla uygulamalar aşamalar haline getirilmeli ve değer akış planı meydana getirilmelidir (Gönen, 2013).

DAH sadece proses bölgelerine bakmaz, firmadaki tüm akışla ilgilenir ancak çoğunlukla gelecek durum haritasındaki iyileştirmelerin aynı zamanda uygulanması mümkün olmaz. Dolayısıyla, uygulamaları aşama aşama yapmak gerekmektedir (Rother ve Shook, 1999).

Gelecek durum haritasını için hazırlanan aksiyon planını bazı tekniklerin uygulanması olarak değilde ürün aileleri için birbirine bağlı akışlara değer katma süreci olarak düşünmek aksiyon planı için oldukça önemlidir. Bu aşamayı basitleştirmek adına Şekil 2.4' de görüldüğü gibi değer akış çevrimleri biçiminde çalışmak gerekmektedir (Rother ve Shook, 1999).



Şekil 2.4. Değer akışı haritalamanın kısımlara ve çevrimlere bölünmesi (Rother ve Shook 1999)

Gelecek durum haritasında çevrimler yuvarlaklarla gösterilmelidirki değer akışını meydana getiren akış kısımları rahatça görülsün. Gelecek durum haritasını rahatça gerçekleştirebilir bölümlere ayırmak adına bu çevrimler en iyi yoldur (Rother ve Shook, 1999).

Gelecek durum tasarımından nereye varılmanın arzulandığı görülmektedir. Uygulama adımına gelindiğinde aşama aşama neyin ne zaman uygulanacağını belirlediği, doğru termin zamanları, ölçülebilir amaçlar ve sorumlu kişilerin adlarıyla kontrol noktalarının görüldüğü plana yıllık değer akış planı denilmektedir. (Rother ve Shook, 1999).

Uygulama aşamasına geçildiğinde akla en sık gelen iki soru; nereden başlanmalıdır? ya da hangi sıra ile uygulanmalıdır? Gelecek durum haritasında bulunan değer akışındaki çevrimler göz önünde bulundurularak sorunların cevapları üzerinde düşünülmelidir (Rother ve Shook, 1999).

Başlangıç noktasının tanımlanması adına; büyük çaplı iyileştirmelerin yapılabileceğinin düşünüldüğü alanlar, başarı oranının iyi olduğu alanlar ve sürecin

alışanlarca çok iyi kavrandığı alanlar kapsamında çevrimler araştırılmalıdır (Rother ve Shook, 1999).

Çalışmaya tetik çevrimden başlamak ve ihtiyaç duyuldukça başka proseslerle devam etmek çok önemli bir yoldur. Tetik evrim müşteriye yakın olandır ve iç müşteri olarak görülür ve öncesindeki çevrimlerdeki isteği denetler. Tetikteki akış tutarlı ve sade olduğu müttede zen gösterilmesi gereken başka sorunları ortaya çıkarır (Rother ve Shook, 1999). Yukarı doğru hareket etme stratejisi, gelecek durum hedeflerini birçok çevrimde aynı zamanda gerçekleştirmeye engel değildir (Rother ve Shook, 1999).



3. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

Karar bir problem veya iş ile ilgili birden fazla kriterin dengelenerek meydana getirildiği kesin hükümdür. Mesela; bir ev satın alındığında göz önünde bulundurulmuş etkenler; evin bulunduğu yer, evin inşasında kullanılan malzemenin kalitesi, evin büyüklüğü ve buna benzer birden fazla kriter bulunabilir. Çok kriterli karar verme problemi; birbirleriyle çatışan etkenlerin bulunduğu karar verme problemleri olarak tanımlanmaktadır (Göktolga ve Gökalp, 2012).

Karar vericiler karar alma problemlerinde, varılmak istenen amaç birden fazla değişken ile belirlendiği ve tüm seçeneklerin kendine özgü avantajlarının olduğu durumlarda seçim yaparken oldukça zorlanmaktadır. Karar vericiler bu gibi durumlarda kararsızlıktan kurtulmak amacıyla gerçek olmayan bazı analizlerle karar verecektir veya önem göstermeden hisleriyle hareket ederek doğruluğundan emin olmadığı bir karar verecektir. Fakat günümüzde doğru kararlarla hareket etmek oldukça önemlidir.

Çoğu şirkette karar verebilmek amacıyla verinin toplanması ve analizinin yapılması için yoğun çalışmaya ve zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Alternatif hareket planlarının incelenmesindeyse daha kısa zamana gereksinim duyulmaktadır. Bir karara ulaşabilmek için analizlerin sonuçları sezgisel olarak incelenmektedir. Araştırmalara göre günlük kararların birçoğunun sezgisel olarak verilmesinin yeterli olmasına karşılık, daha önemli ve karmaşık sorunlar için verilen kararlarda sadece sezgilerle yaklaşmak yeterli olmamaktadır. Modern karar destek tekniklerinden yararlanan firmalar, küreselleşen iş bağlarına liderlik etmekte ve bu ilişkiler ağını yönetmekte rekabetçi avantaj sahibi konumuna geçmektedir. Analitik Hiyerarşi Prosesi son zamanlarda artış gösteren modern destek tekniklerinden biridir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

Thomas L. Saaty çalışmalarının sonucunda, Analitik Hiyerarşi Prosesi' ni 1970'li yıllarda birçok ölçüt içeren karmaşık karar verme problemlerini sonuçlandırmak adına dizayn etmiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi, problemin kriterler, alt kriterler, amaç ve

seçeneklerden meydana gelen hiyerarşik bir yapıyla incelenmesi ve uygun seçimin yapılması için kullanılır. AHP, büyük çaplı, karmaşık ve hareketli çok kriterli karar verme problemlerini sonuca ulaştıran bir yöntemdir (Durdudiler, 2006) .

Belirli alanların yönetimde söz sahibi olan kişiler karar verebilmek adına güvenilebilir ve doğru olan tahminlere gereksinim duyarlar. Bilimsel verilerin kullanılmasıyla dahadoğru kararlar alabilirler. Alternatiflerin olduğu bir kümeden en az bir hedef ve kritere göre en uygun alternatifin seçilmesi karar verme problemi olarak tanımlanabilir. Bir karar problemini (Dağdeviren ve Eren, 2001);

- Ölçütler,
- Alternatifler,
- Sonuçlar,
- Karar verici,
- Karar vericinin öncelikleri,
- Çevre oluşturur.

Karar verme yaklaşımı; uzlaşma ve hemfikir olmaya teşvik edici olmalı, gruplara ve bireysellere uyum sağlamalı, konu ile ilgili çok fazla ayrıntıda uzlaşmayı ve iletişimi gerektirmemeli, yapılandırması kolay olmalı, hislerimiz ve genel fikirlerimiz için doğal olmalı ve karar verme adımlarının ayrıntıları basit bir şekilde incelenebilir olmalıdır (Saaty, 1994).

Analitik Hiyerarşi Prosesi karar alma durumlarında birey ya da grubun önceliklerini de göz önünde bulunduran, nicel ve nitel değişkenleri birlikte inceleyen matematiksel bir tekniktir (Cetişli, 2009).

AHP karmaşık problemlere karşı güçlü ve kolay uygulanabilir bir yöntemdir. Kolay uygulanabilirliğinin nedenleri; hem ölçülebilen hem de ölçülemeyen bilgilerin kullanılabilmesi, ölçülen bilgiler arasında öznel değerlendirmeyi göz önünde bulundurabilmesi, karar vericilerin hükümlerini de fikirleri kadar göz önünde bulundurabilmesi, kişilerin duyguları, düşünceleri ve heyecanlarına bağlı olan göz kararı denilebilecek tarzdaki verileride bulundurabiliyor olması, teknik doğal görülmesi ve tekniği kullanmaktan kaçınılmaması, etkin ve basit bir akışa sahip olması nedeniyle farklı deneyim ve görüşlerle bile bir sonuca varılabilmesi,

kullanabilmek için üst düzey teknik bilgiye gerekli duyulmaması, değerlendirilen kriterlere belirli bir puan verilip seçilmesinin yerine ikili karşılaştırmalar yapılmasına olanak verebilmesi, teknik fayda/maliyet analizi, kaynak atanması, sistem dizaynı optimizasyonu ve çalışmaların giderilmesi alanlarında doğrudan kullanılabilmesidir (Saaty, 1994).

AHP' de alternatifler arasından seçime karar verirken, her bir kriter bazında alternatiflerin ayrı ayrı karşılaştırılmasıyla, alternatiflerin göreceli önem ağırlıkları tespit edilerek, önem ağırlığına göre birinci sırada olan alternatif seçilir. Karar vericiler ikili karşılaştırmalarla kriterleri karşılaştırır ve kriterlerin amaca ne ölçüde faydalarının olduğunu tespit eder (Saaty, 1977) .

Analitik Hiyerarşi Prosesi'nde karar vericilerin hedefine göre kriterlerin ve alt kriterlerin tespit edilmesi ilk adımdır. Bu yöntemde ilk önce hedef belirlenir sonrasında belirlenen hedefe etkisi olan kriterler tespit edilir. Bu sırada karar verme aşamasında etkili olan tüm kriterlerin tespit edilmesi amacıyla uzman kişilerin fikirleri alınabilir ya da anket uygulamasına başvurulabilir (Dağdeviren ve diğ., 2004).

Analitik Hiyerarşi Prosesi'nde karar vericinin nesnel ve öznel fikirlerini karar verme sürecinde kullanması en önemli özelliğidir. Başka bir deyişle, Analitik Hiyerarşi Prosesi, kişinin fikirlerinin, hislerinin, tecrübenin ve ön bilginin mantık çerçevesinde biraraya getirildiği bir tekniktir (Triantaphyllou ve Mann, 1995). Bununla beraber bu yöntem, karar vericilerin karmaşık sorunları anlaşılır, kolay bir hiyerarşik yapıyla bütün faktörleri sistemli bir şekilde inceleyerek analiz etmesine yardımcı olmaktadır (Çam ve Toraman, 2003).

AHP yöntemi, yoğun bir alaka görmüştür ve birbirinden farklı alanlardaki karar problemlerinde seçim yapabilmek için kullanılmıştır. Günümüzde halen aktif olarak kullanılan bir tekniktir. AHP yönteminden tek başına ya da başka tekniklerle birlikte kullanılarak çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde yararlanılmaktadır (Balkuvar, 2015).

Kişilerin karar verme sürecinde hükümlerinin çözüm aşamasına katılması son zamanlarda önemli ölçüde artış göstermiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi ile karar vericinin farklı sosyolojik ve psikolojik anlardaki gözlemleri göz önünde

bulundurulacak karar verme mekanizmasını keşfetme fırsatının verilmesi sağlanmaktadır. Bununla beraber bu yöntemle çok karışık olan beyin proseslerini düzenlemek ve karar aşamasında olan bireyler ve kurumlar adına sorundaki karmaşıklık yok etmek için etkili bir tekniktir (Yetim, 2004).

Analitik Hiyerarşi Prosesi;

- Hiyerarşilerin meydana getirilmesi
- Üstünlüklerin tanımlanması
- Sayısal ve mantıksal tutarlılığın sağlanması biçiminde üç ana ilkedен oluşmaktadır (Günay, 2017).

AHP' de yapılan ikili karşılaştırmalar problemin iyi bir şekilde analiz edilmesine yardımcı olmaktadır. Birde yapılan değerlendirmeler nicel olarak gösterilemiyorsa, nitel ifadelerin kullanılmasına da imkan verilmektedir. AHP yönteminde, karar vericiler tarafından yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlı olup olmadığını test etmek mümkündür. Eğer tutarsızlık durumu varsa karar vericilerin yargılarını gözden geçirme ve değişiklik yapma imkanı bulunmaktadır (Saaty, 2008).

Literatürde AHP örneklerine bakıldığında birçok uygulama alanı görülmektedir. Bu uygulama alanlarına örnek olarak; insan kaynakları, pazarlama, ürün tasarımı, ekonomi ve yönetim problemleri, karar destek, muhasebe, performans analizi, üretim, risk analizi, ulaştırma, tesis yeri seçimi, strateji planlama, tahminler, silah kontrolü, sosyal problemler, iş ve halk politikaları, spor, tıp, hukuk, çevresel etkiler, nüfus dinamikleri, rekabet ortamı, eğitim planlaması, sağlık, uluslararası görüşmeler ve çelişkiler, global etkiler, güvenlik sistemlerinin değerlendirilmesi, makroekonomik tahminler, sermaye yatırımı, politik problemler, politik adaylık, komplo teorileri, destek olma karşı çıkma kararları, çevresel uygulamalar ve buna benzer birçok uygulama alanı verilebilir (Orhan, 2013).

Analitik Hiyerarşi Prosesi'nin teorik temelleri üç aksiyomdan oluşur. Bu aksiyomlar;

- İki taraflı olma tersi olma aksiyomu, yani mesela; A elemanı B elemanın 5 katı büyüklüğündeyse B, A'nın 5' te 1'idir denir,
- Homojenlik aksiyomu karşılaştırılan elemanların birbirinden çok değişik olmaması gerektiği eğer olursa hükümlerde hataların meydana geleceğini vurgular,

- Son aksiyom; bağımsız olma aksiyomudur. Bu aksiyom hiyerarşideki belirli bir basamağa ait elemanlara ilişkin önceliklerin ya da hükümlerin diğer basamaktaki elemanlardan bağımsız olmasını gerekli kılar. Yani yeni bir seçenek eklendiğinde ya da çıkarıldığında üst basamakta bulunan faktörlerin önceliklerinin değişmeyecektir (Özkan, 2007).

3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Orhan (2013) tarafından yapılan çalışmada; Avrupa Birliği' ne en son dahil olan ülkelere göre Türkiye' nin durumunu analiz etmek amacıyla AHP metodunu kullanmıştır.

Sivil havacılık sektöründe yapılan bir çalışmada (Gürün, 2015) AHP Metodu kullanılarak, iş jeti alımında etkili olan faktörleri tanımlanmıştır.

Lojistik sektöründe faaliyet gösteren bir firmada, sözel ve sayısal veriler kullanılarak depo yeri için en iyi yerin belirlenmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinde AHP yöntemi kullanılmıştır. Sonrasında 0-1 Hedef Programlama metodu ile de seçim yapılmıştır ve iki yöntemin sonucu karşılaştırılmıştır. (Baran, 2017).

Yılmaz (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, Türk Sivil Havacılık endüstrisindeki havayolu firmalarının filolarını geliştirmek istemesi durumunda uçak seçimi yapabilmek amacıyla belirli faktörler dikkate alınarak AHP modeli oluşturulmuş ve Matlab 6.5 yardımıyla analiz yapılmıştır. Bununla birlikte kesin olmayan bilgilerde dikkate alınarak Bulanık AHP metodu da uygulanmıştır sonrasında iki metodun değerlendirilmesi yapılmıştır.

Son zamanlarda çevreye verilen önemin artmasıyla yeşil strateji ve prensipleri firmaların rekabet gücünü arttırmıştır. Günay (2017) tarafından topraklama ve paratoner malzemeleri imal eden firmanın yeşil tedarikçileri, AHP ve VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) metodlarının kullanılması sonucunda seçilmiştir. AHP metodu ile faktörlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Sonrasında bu ağırlıklar kullanılarak firmaya en uygun tedarikçi VIKOR metodu ile seçilmiştir.

Perakende sektöründe faaliyet gösteren bir firmada tedarikçi performanslarını belirlemek amacıyla Expert Choice yazılımı kullanılarak AHP yönteminden faydalanılmıştır. Bunun yanında kesin olmayan ve belirsiz bilgiler dikkate alınarak Bulanık AHP yöntemi uygulanmıştır (Durdudiler, 2006).

Cetişli (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, doğaltaş sektöründe bulunan imalat tesislerinde yer alan çalışanların performanslarının değerlendirilmesinde Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılmıştır.

Türk yüklenici inşaat şirketlerinin uluslararası proje seçimini ve en uygun pazar ülke seçimini gerçekleştirebilmek ve aynı zamanda şirketlerinin bazı özelliklerini iyileştirebilmek için gereken tedbiri alabilmek amacıyla yapılan bir çalışmayla Türk yüklenici inşaat şirketlerinin performanslarına etkisi olan kriterlerin önem dereceleri AHP ve Delpi metodu kullanılarak tespit edilmiştir (Şahin, 2017).

Turgut (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, AHP ve Bulanık AHP yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada tedarikçilerin performanslarının ölçülmesi ile alakalı problem incelenmiştir. Çalışmada AHP ve Bulanık AHP' ye ek olarak yeni metod teklifleri sunulmuştur. Sunulan teklifler problemde de uygulanmıştır.

Çorumda yapılan bir çalışmada, bir alışveriş merkezinin kurulacağı yerin seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılmıştır. Bu seçim problemi için 8 alternatif ve 10 faktör belirlenmiştir. Veriler ise anket çalışması ile elde edilmiştir ve Expert Choice programı kullanılarak verilerin analizi yapılmıştır (Üke, 2016).

Bir elektrik firmasında yapılan çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Prosesi'nden yararlanarak iş değerlendirme mekanizması dizayn edilmiştir. Ortaya konulan mekanizmayla firmadaki birbirinden ayrı üç işin değerlendirilmesi yapılmıştır (Dağdeviren ve diğ., 2004).

Balkuvar (2015) tarafından yapılan çalışmada, AHP ve VİKOR yöntemi birlikte kullanılarak en iyi tablet seçimi yapılmıştır. Seçim için gerekli olan faktörler ve alternatifler belirlendikten sonra, AHP ile faktörlerin ağırlıklandırılması yapılmıştır, VİKOR ile ise en uygun alternatiflerin sıralaması yapılmıştır.

Otomotiv endüstrisinde bulunan iki farklı firmada ayrı ayrı AHP yöntemi uygulanarak ERP (Enterprise Resource Planning) yazılım seçimi yapılmıştır. Firmalarda uygulanan AHP yöntemi ile elde edilen değerlerin tutarlılığı test edilmiştir ve böylece bulunan değerlerden emin olunmuştur (Keçek ve Yıldırım, 2010).

Göktolga ve Gökalp (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, iş seçimi 7 fatör ve 5 alternatif kullanılarak AHP yöntemi ile yapılmıştır. Veriler Cumhuriyet Üniversitesi'nde düzenlenen anket çalışması ile elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda ilk sırayı akademisyenlik almıştır.

Isparta ilinde yapılan bir uygulamada hayvancılık yapılabilmesi için en uygun kuruluş yerin belirlenmesi için AHP yöntemi kullanılmıştır. Uygulamada 5 faktör ve 7 alternatif yer almıştır. Analitik Hiyerarşi Prosesi'ne göre çevresel etkiler en önemli faktör olarak belirlenmiştir. Yapılan seçimde Yalvaç ilçesi en uygun yer seçilmiştir (Ömürbek ve diğ., 2013).

Tekno girişimcilik projelerinin değerlendirilmesi için gerekli olana faktörler AHP yönteminden yararlanılarak belirlenmiştir. Çalışmadaki AHP modeli uzmanların görüşleri alınarak kurulmuştur. Proje seçiminde pazar, bütçe, yer ve personel en önemli faktörler olarak belirlenmiştir (Durmuşoğlu, 2018).

Breaz ve diğ. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanılarak üretim süreçlerinin üç çeşidi arasında seçim yapmak için kullanılmıştır. Bu üç üretim süreci; robot frezeleme, CNC frezeleme ve katmanlı imalat teknolojisidir. AHP için kullanılan kriterler, dilbilimsel değişkenler tarafından tanımlanan kriterler ve net olanlar olarak ayrılmıştır. AHP için kullanılan ölçülebilir bilgiyi çıkarmak için bulanık çıkarım sistemleri oluşturulmuştur. Sonrasında, önerilen yöntem belirli bir bölüm için uygulanmıştır.

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, güneş çiftlik alanı seçimi için AHP ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yönteminin hibrid kombinasyonu kullanılmıştır. Güneş enerjisini verimli bir şekilde üretme konusu derinlemesine analiz edilmesi gereken önemli bir konudur. Bu konu ile ilgili kriterler; sosyal, teknik, ekonomik, çevresel ve politik yönlere sahiptir. Güneş çiftlik alanı

seçimini etkileyen birçok fakör olması sebebiyle bu şekilde sistematik olarak ele alınmak istenmiştir (Sindhu ve diğ., 2017).

3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi'nin Aşamaları

Analitik Hiyerarşi Prosesi karışık problemlerin çözümü için kullanılan genel bir tekniktir. AHP tekniği;

- Hiyerarşinin oluşturulması
- Üstünlüklerin tanımlanması,
- Mantıksal ve sayısal tutarlılığın test edilmesi olarak üç ana kola ayrılmıştır (Turgut, 2015).

Analitik Hiyerarşi Prosesi' nin süreçlerine aşağıdaki bölümlerde sırasıyla değinilmiştir.

3.2.1. Hiyerarşik yapının oluşturulması

Karar verme sürecinde ana problemin incelenen alternatifler için birden fazla faktör dikkate alınarak üstünlük, ağırlık ya da önem tespit edilmesi olduğu söylenmektedir. Analitik Hiyerarşi Prosesi' ni hiyerarşideki bu tarz tercihlerin tespit edilmesi metodu olarak belirtilmiştir (Saaty, 2003).

Karışık sorunlar, sorunlara neden olan elementlerin hiyerarşik bağlantılarının tespit edilmesiyle daha iyi kavranabilir bir duruma gelmiş olur. Hiyerarşiler aşağıda görüldüğü gibi ikiye ayrılır (Timör, 2010);

- Yapısal Hiyerarşi: Güneş sisteminden gezegenlere, moleküllerden atomlara, atomlardan nötrön ve protonlara doğru genişleyen model örnek olarak gösterilebilir. Üst ve alt gruplar ile küçük alt gruplar yapısal hiyerarşilerde işlenmektedir.
- Fonksiyonel Hiyerarşi: Karışık mekanizmaların içindeki ana bağlantılar göz önünde bulundurularak, mekanizmanın bileşenleri iç bağlantılarıyla tespit edilir. Bu tür hiyerarşilerde en tepede hedef onun altında karar alternatiflerine ait faktörler onun altındaysa karar alternatifleri yer alır.

Hiyerarşik yapının oluşturulabilmesi için ilk olarak problemin tanımlanması gerekmektedir. Problemin hiyerarşik bir modelde ve anlaşılır bir biçimde tasarlanması zorunludur. Hiyerarşik modelin problemi çok iyi bir şekilde betimleyebilmesine dikkat

edilmelidir. Aynı zamanda problemle bağlantısı olan bütün unsurların tespit edilmesi ve problemle alakalı olan kişiler belirlenmelidir (Saaty, 1990).

Problemin belirlenmesi amacıyla karar çalışmasının yapılacağı alternatiflerin seçilmesine ihtiyaç vardır. Bunun ardından alternatiflere etkisi olan faktörlerin tanımlanması gerekmektedir. Alt faktörler ve varsa onların alt faktörlerin hiyerarşik yapıya göre belirlenir (Turgut, 2015).

Karışık problemlerle ilgilenirken hiyerarşik yapının kullanımı oldukça etkilidir. Hiyerarşik yapı hem yapısal hem de fonksiyonel olarak etkilidir. Çünkü hiyerarşik yapı; sistem içi veri kontrolüyle iletişime yardımcı olurken sistem organizasyonunuda sağlar (Dyer, 1992).

Hiyerarşik yapının iyi bir şekilde dizayn edilmesi amacıyla; genel hedefin tespit edilmesi, kriterlerin tespit edilmesi, seviyelerin ve her seviyedeki elemanların belirlenmesi, elemanların tanımlanması, hiyerarşinin değerlendirilmesi, soruların formülasyonu, kriterlerin alt kriterlerinin belirlenmesi, konuyla ilgili kişilerin belirlenmesi ve seçeneklerin belirlenmesi gerekmektedir (Saaty, 1994).

Hiyerarşik yapının dizaynı için sorunun bağlı olduğu alan hakkında deneyim ve bilgi sahibi olunması gerekmektedir. Aynı sorun için farklı karar verici iki ayrı hiyerarşik model oluşturmuş olabilir. Aynı sorun için iki karar verici aynı hiyerarşik yapıyı oluştursalarda seçimleri aynı olmayabilir. Dolayısıyla bir problemin varolması durumunda, kişiler değerlendirmelerde, hiyerarşi yapısında ve yargılarda mutabakata varmak amacıyla birlikte çalışmalıdırlar (Durdudiler, 2006). Hiyerarşiyi meydana getiren bütün elemanların tespit edilmesi için probleme uzmanlık derecesinde yaklaşılmalıdır (Turgut, 2015).

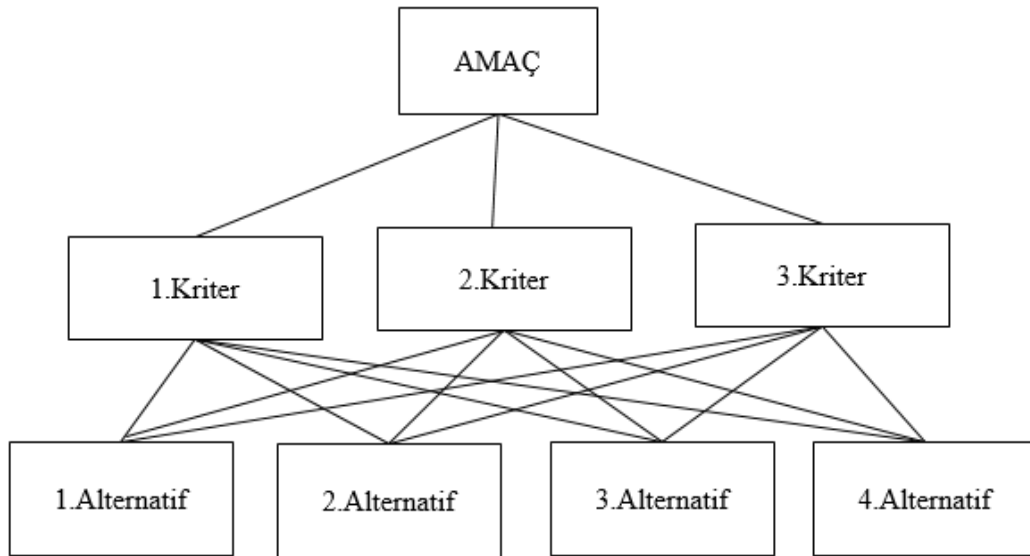
Hiyerarşinin dizaynı sırasıyla (Turgut, 2015);

- Hiyerarşi basamakları ve öğelerinin oluşturulması
- Gerekli tanımlamaların gerçekleştirilmesi,
- Hiyerarşinin oluşturulması için gerekli soruların oluşturulması
- Hiyerarşinin değerlendirilmesi şeklindedir.

Karmaşık sorunların hiyerarşik olarak incelenmesi çeşitli noktalarda yarar sağlamaktadır (Saaty, 1990) ;

- Hiyerarşik yapıdaki mekanizmaları değerlendirmek etkili ve basittir,
- Hiyerarşik model ile hiyerarşik yapının üst kısmında bulunan ögelerde meydana gelecek değişikliklerin alt tarafta yer alan ögeleri nasıl etkilediği görülebilmektedir,
- Hiyerarşik yapılar sistem ile ilgili ayrıntılı bilgi sağlar ve sorunların sistematik bir şekilde incelenmesine yardımcı olur,
- Küçük boyuttaki değişimler hiyerarşiyide az oranda etkilediği için esnekliğin ve kararlılığın devam ettirilmesi rahatlıkla sağlanabilir.

Hiyerarşinin başında ana amaç bulunmaktadır. Amacın altında amacı etkileyen ana faktörler yer almaktadır. Ana faktörlerin altında ise ana faktörleri etkileyen alt faktörler bulunmaktadır. Son olarak hiyerarşik yapının sonunda ise alternatiflere yer verilir. Basit bir hiyerarşi modeline örnek Şekil 4.1’ de yer verilmiştir.



Şekil 3.1. Üç seviyeli örnek hiyerarşik yapı

Bir Analitik Hiyerarşi Prosesi hiyerarşinin dizaynı sadece problemle ilişkili değildir, bununla birlikte karar vericilerin değer, gereksinim, arzu, yargı, fikir ve buna benzer nitelikleriyle de ilişkilidir. Genel anlamda bir hiyerarşiyi meydana getirmek için karar vericilerin incelediği, tartıştığı ve keşfettiği bir süreç gerekmektedir (Günay, 2017) . Hiyerarşik yapının oluşturulması esnek bir faaliyettir. Çünkü bu faaliyet; yönetim yapısına, kişilere, problem yapısına, durumlara ve buna benzer unsurlara göre değişiklik göstermektedir. Bu sebeple hiyerarşik yapı takım çalışmasıyla ve konuyla

ilgili gerekli belgelerin ve yayınların araştırılması ile daha doğru bir şekilde oluşturulacaktır (Turgut, 2015).

Hiyerarşik yapıda bulunan bir faktör olarak herhangi bir aşamadaki elementin altında bulunan aşamalardaki tüm elementlerin vazifesini yerine getirmesi gerekmez. Hiyerarşiyi oluşturan her bir aşama sorunun farklı bir parçasını yansıtabilir. Hiyerarşinin bir aşaması politikal kriterleri yansıtırken diğer bir aşama sosyal kriterleri yansıtır. Karar verici gerek duyduğunda mekanizmadan bir elementi veya aşamayı elimine edebilir (Saaty, 1990).

3.2.2. İkili karşılaştırma ve üstünlüklerin belirlenmesi

Bu aşama birkaç tane işlem adımından oluşmaktadır. Bunlar;

- Karşılaştırma matrisinin oluşturulması
- Normalleştirilmiş matrisin oluşturulması
- Öncelik vektörünün oluşturulması
- Öncelik değerlerinin - üstünlüklerin sentezi
- Duyarlılık analizidir.

3.2.2.1. Karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Analitik Hiyerarşi Prosesi' nin yapısı tamamlandıktan sonra, çalışılan konuda uzman ya da belli bir seviyede bilgi birikimi olan kişiler ile biraraya gelinerek onların fikirleri dinlenir. Bu sayede daha tutarlı sonuçlara ulaşılabilir (Dağdeviren ve Eren, 2001). Bütün karar vericilerin aynı amaçta birleştiği noktada, önceliklerin tespit edilmesi için (Korpelaa ve Lehmusvaarab, 1999);

- Oy ya da uzlaşma,
- Ayrı modeller ya da oyuncular,
- Fikir birliği,
- Bireylerin kararlarının geometrik ortalaması olmak üzere kullanılacak dört yol bulunmaktadır.

Yukarıda bahsedilen önceliklerin belirlenmesi için kullanılan dört yoldan ilk olarak; tartışarak bir şekilde fikir birliğine varmak tercih edilebilir, fakat eğer ortak bir görüş

etrafında birleşilemiyorsa kararların geometrik ortalaması alınabilir (Korpelaa ve Lehmusvaarab, 1999).

Karar vericilerin Analitik Hiyerarşi Prosesi' nin yapısında bulunan ikili karşılaştırmaları yapmasıyla, hiyerarşi yapısındaki hükümlerin sayılarla ifade edilmesi hedeflenmektedir. Bu şekilde bütün faktörler bazında ikili karşılaştırmalar Tablo 3.1'da görülen 1-9 ölçeği kullanılarak karar matrisleri elde edilir (Dağdeviren ve Eren, 2001).

Tablo 3.1. İkili karşılaştırmalarda kullanılan önem dereceleri ve açıklamaları (Saaty, 2008)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki faktör aynı öneme sahiptir
3	Orta Derecede Önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğerinden kuvvetle daha önemlidir
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre kuvvetle tercih edilmektedir
9	Mutlak Derecede Önemli	Faktörlerden biri diğerinden çok yüksek derecede önemlidir
2,4,6,8	Ara Değerleri Temsil Etmektedir	İki Faktör arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda kullanılır
Karşılıklı Değerler	i, j ile karşılaştırılırken bir değer (x) atanmışsa; j, i ile karşılaştırılırken atanacak değer (1/x) olacaktır.	

Karar alternatiflerinin derecelendiği göreceli ağırlıkların tespit edilmesi Analitik Hiyerarşi Prosesi' nin en önemli yanıdır. Hazırlanan hiyerarşide n tane faktör olduğu

varsayılırsa karar vericinin farklı faktörlerin göreceli önemini belirleyen görüşleriyle ve A ismini alan nxn boyutunda ikili karşılaştırma matrisi elde edilir (Baran, 2017).

İncelenecek n tane faktör bulunuyorsa, i faktörünün j faktörüne göre ne derece önemli olduğunun gösterildiği matris A matrisidir. A matrisinin öğeleri arasında (Görener, 2011);

$$a_{ij}=1/a_{ji} \quad (3.1)$$

$$a_{ii}=1 \quad (3.2)$$

bağıntısı vardır.

İkili faktör karşılaştırmaları, ikili karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üst tarafında kalan bölüm için yapılır. Çünkü bu köşegenin altında kalan değerler Eşitlik (3.1) ile bulunmaktadır (Görener, 2011). Bahsedilen A matrisi (Durdudiler, 2006);

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}_{n \times n} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (3.3)$$

ifadesinde görülmektedir.

Karşılaştırma matrisi nxn boyutunda bir kare matris şeklindedir. Bu matrisin köşegeni üzerinde bulunan değerler yukarıda da görüldüğü gibi 1 değerini alır. Bunun nedeni; köşelerde faktörlerin kendileriyle kıyaslanmış olmalarıdır. Faktörler kendisine göre bir öneme sahip olmadığı için bu noktalar 1 ile gösterilir (Turgut, 2015).

Kriterlerin karşılaştırıldığı ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasına birkaç örnek vermek gerekirse;

- Mesela; 3. kriter ile 5. kriterin karar verici tarafından karşılaştırılması sonucunda 5. kriterin 3. kriterden çok aşırı derecede önemli olduğu kararına varıldığında $a_{35} = 1/9$ değerini alır. Bu durumda a_{53} ise 9 değerini alır.
- 2. kriter 4.kritere göre biraz önemli görüldüyse, $a_{24} = 3$ değerini alır. a_{42} ise $1/3$ olur.

- 5. kriter 6. kriterine göre eşit öneme sahipse $a_{56}=1$ değerini alır. a_{65} değeride aynı şekilde 1 olur.

3.2.2.2. Normalleştirilmiş matrislerinin oluşturulması

Kriterlerin kendi aralarında kıyaslanması ve her kriter için ayrı ayrı alternatiflerin kıyaslanması sonrasında elde edilen ikili karşılaştırma matrislerinin normalize edilmesi gerekmektedir.

Kriterlerin birbiri ile karşılaştırılması sonucu oluşturulan matristeki tüm değerlere, Formül (3.4);

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3.4)$$

uygulanır.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (3.5)$$

Sonuç olarak, Eşitlik (3.5)' deki C adındaki normalleştirilmiş matris elde edilir. Formül (3.4)' ün yapısından dolayı oluşturulan Eşitlik (3.5)' deki C matrisinin her sütunu için sütun değerleri toplamı 1' e eşittir. (Turgut, 2015).

Yani normalleştirilmiş matrisi, ikili karşılaştırma sonucunda oluşturulan matrisin her hücresi için; hücrede bulunan değer, ilgili sütunun tüm değerleri toplamına bölünmesiyle elde edilen değerler oluşturur (Dağdeviren ve Eren, 2001).

3.2.2.3. Öncelik vektörünün oluşturulması

Faktörlerin ikili karşılaştırmasının yapıldığı matriste yapılan normalleştirme işlemiyle Eşitlik (3.5)' deki C matrisi oluşturulduktan sonra, Formül (3.6) numaralı formül;

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (3.6)$$

kullanılarak W sütun vektörü (öncelik vektörü) elde edilir.

n tane w_i den oluşan W sütun vektörü aşağıdaki Eşitlik (3.7)' de;

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

gösterilmektedir.

Yani kriterlerin kendi aralarında karşılaştırılmasının ardından oluşan matrisin normalleştirilmesi ve sonrasında satır ortalamalarının alınması ile elde edilen w sütun vektörü kriterlerin önem ağırlıklarını gösterir ve öncelik vektörü olarak adlandırılır (Turgut, 2015).

3.2.2.4. Öncelik değerlerinin üstünlüklerin sentezi

Tüm faktörler tek tek dikkate alınarak karar seçeneklerinin bu faktörlere göre ikili karşılaştırmaları yapılır ve faktör sayısı kadar matris elde edilir. Problemden m adet alternatif varsa, her ikili karşılaştırma matrisi $m \times m$ boyutundadır (Günay, 2017).

Her faktör için alternatiflerin karşılaştırılmasıyla elde edilen matrisler normalleştirildikten sonra satır ortalamaları alınarak faktörlerin alternatiflere göre yüzdesini gösteren S sütun vektörü Eşitlik (3.8) görüldüğü şekilde (Turgut, 2015);

$$S_i = \begin{bmatrix} S_{i1} \\ S_{i2} \\ \cdot \\ \cdot \\ S_{in} \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

oluşturulur.

Faktörlerin karşılaştırılmasından elde edilen matrisin normalleştirilmesinin ardından her satır için satırdaki değerlerin toplanması ve kaç değer varsa o sayıya

bölünmesiyle yani satır ortalamalarının alınmasıyla elde edilen matris öncelik vektörü (w matrisi) olarak isimlendirilirken, bütün kriterler için ayrı ayrı alternatiflerin karşılaştırılmasıyla elde edilen matrislerde bu işlemler yapıldığında elde edilen sütun vektörleri S vektörü olarak isimlendirilir.

Faktör sayısı kadar yani n adet mx1 boyutunda S sütun vektörü birleştirilmesiyle mxn boyutunda Eşitlik (3.9)'daki K karar matrisi (Turgut, 2015);

$$K = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ S_{m1} & S_{m2} & \dots & S_{mn} \end{bmatrix}_{mxn} \quad (3.9)$$

elde edilir.

K karar matrisinin öncelik vektörü olan Eşitlik (3.8)'deki w matrisiyle çarpılması sonucu, mx1 boyutunda Denklem (3.10)'da görülen;

$$L = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ S_{m1} & S_{m2} & \dots & S_{mn} \end{bmatrix}_{mxn} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ l_n \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

L sütun vektörü oluşturulur. L matrisi alternatiflerin önem yüzdelerini göstermektedir (Turgut, 2015).

L matrisinin her bir değeri, alternatiflerin puanlarını gösterir. Bu değerlerin toplamı 1 olacak şekilde dağılmıştır. En uygun alternatif, en yüksek puana sahip alternatif olarak seçilir (Dinçer, 2011).

3.2.2.5. Duyarlılık analizi

Alternatiflerin sıralamalarının elde edilmesinin ardından kurulan modelin sonuçlarının yeniden incelenmesi gerekmektedir. Bu gözden geçirme ile hiyerarşik yapıya ya da görüşlere bağlı gerek duyulan düzetme noktalarının görülmesi sağlanır. İkili karşılaştırmalarda yapılacak değişiklikler zamana ve kişilere göre farklılıklar

gösterebilir. Bu yüzden bu adımla kararların yargılardaki değişikliklere karşı ne derece duyarlı olduğu değerlendirilir (Kuruüzüm ve Atsan, 2001).

3.2.3. Tutarlılık analizi

AHP’ de bahsedilen tutarlılık, en son ortaya çıkan alternatiflerin puan sıralaması açısından, karar verici tarafından oluşturulan ikili karşılaştırmalarda verilen hükümlerin tutarlılığıdır. Doğru bir karar verebilmek için karşılaştırma matrislerinin tutarlı olması zorunludur. AHP her yargı için tutarlılık hesaplanmaktadır ve bu doğru sonuçlar elde etmek için oldukça önemlidir (Durdudiler, 2006).

Tutarlılık oranı aşağıda sıralanan adımlar izlenerek hesaplanır (Balkuvar, 2015);

- Karar vericiler tarafından belirlenen değerlerle oluşan her bir ikili karşılaştırma matrisi için, her sütunun değerleri toplanarak sütunlarda bulunan elemanların ağırlıkları belirlenir.
- İkili karşılaştırma matrisinin her sütunu için sütundaki her değer bulunduğu sütunun toplam sütun ağırlığına bölünerek matris normalleştirilir.
- Normalleştirilmiş matrisinde bulunan tüm satırların ayrı ayrı aritmetik ortalaması alınarak öncelikler vektörü belirlenir.

Tutarlılık analizinin buraya kadar olan maddeleri yani ikili karşılaştırma matrisinin sütun toplamını almak, sütun toplamlarına bağlı olarak matrisin normalleştirilmesi ve satır ortalamalarının alınmasıyla öncelik vektörünün oluşturulması “ikili karşılaştırma matrislerinin öncelik vektörlerinin oluşturulması” bölümünün adımlarında zaten yapılmaktadır. Dolayısıyla; bu adıma kadar olan bilgiler “ikili karşılaştırma matrislerinin öncelik vektörlerinin oluşturulması” bölümünden alınarak tutarlılık analizine devam edilebilir. Diğer adımlar için ise aşağıdaki adımlar izlenmelidir;

- Öncelikler vektörünün belirlenmesinin ardından en başta ikili karşılaştırmadan elde edilen karar matrisi çarpılarak tüm öncelikler matrisi elde edilir. Tüm öncelikler vektörü ilerleyen adımlarda gerekli olan λ_{max} ’ ın hesaplanmasında kullanılacaktır.
- Tutarlılık oranının hesaplanması için Formül (3.11)’ de görülen formül;

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.11)$$

kullanılır.

- CR (Consistency Ratio) değerinin bulunabilmesi için CI (Consistency Index) ve RI (Random Consistency Index) değerlerine ihtiyaç vardır. RI Tablo 3.2’ deki tablodan kriter sayısına göre bulunur. CI değeri ise Formül (3.12)’ de görülen formül ile;

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3.12)$$

bulunur.

Formül (3.12)’ de kullanılan λ_{\max} değeri ise tüm öncelikler matrisinin elemanlarının öncelik vektörü elemanlarına bölünmesiyle elde edilen vektörün değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak bulunur. Formül (3.12)’ de görülen n ise kriter sayısını göstermektedir.

Her n boyutunda olan matris için Saaty tarafından ratgele oluşturulmuş matrislerin ortalama tutarlılık oranları belirlenmiş ve bunlar Formül (3.11)’ de kullanılan RI yani rastsal tutarlılık indeksi olarak adlandırılmıştır (Timor, 2011 ve Günay, 2017). Farklı n değerlerine göre belirlenen RI değerlerini Tablo 3.2’ de görebilirsiniz.

Tablo 3.2. Rastal indeks değerleri (Saaty, 1980)

n(kriter sayısı)	RI (rastsal indeks)
1	0,00
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,57
15	1,59

Analitik Hiyerarşi Prosesi'nin uygulanması sırasında oluşturulan tüm ikili karşılaştırmalar için tutarlılık oranının hesaplanması zorunludur. Oluşturulan tüm ikili karşılaştırmalar için ;

- $CR < 0,10$

olması gerekmektedir (Durdudiler, 2006).

Bu değerin üstünde tutarlılık oranına sahip olan matrisleri oluşturan karar vericilerin yargılarında tutarsızlık olduğu söylenebilir. Tutarsızlığın tespit edildiği matrisler karar vericiler tarafından yeniden gözden geçirilir ve gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra tutarlılık oranı yeniden hesaplanır. Hesaplanan tutarlılık oranı 0,10'nun altına çekiline kadar bu işlem tekrarlanır.

4. UYGULAMA

4.1. Uygulamanın Yapıldığı Firmanın Tanıtımı

Uygulama, yüksek kalite ve hassasiyete sahip ürünlere sahip bir otomotiv firmasında yapılmıştır. Firma talaşlı imalat sektöründe, ürettiği kaliteli ve hassas ürünler ile aranan lider bir firma olmuştur.

Firma bünyesinde bulunan torna, taşlama, dik işleme merkezleri, derin delik delme tezgahları kendi tasarımı ve montaj hatları ile müşteri odaklı üretim yapmaktadır.

Organizasyon genel müdürlük, üretim, satınalma, insan kaynakları, iş geliştirme, mühendislik ve ARGE, bakım, kalite güvence, mali işler ve lojistik departmanlarından oluşmaktadır.

4.2. Uygulamanın Yapılma Amacı

Uygulama talaşlı imalat sektöründe faaliyet gösteren bir firmada yapılmıştır. Firma sektördeki rakipleri arasındaki rekabet gücünü daha da geliştirmek için üretim hattında var olan israfları belirlemek ve onları elimine etmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç için Değer Akışı Haritalama yöntemi kullanılmıştır.

Firmada birçok ürün üretilmektedir. Bu nedenle alternatif olarak belirlenen ürünlerden en verimsiz olan ürünün Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi ile belirlenerek, seçilen ürünün üretim hattında Değer Akışı Haritalama yönteminin uygulanması istenmiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Değer Akışı Haritalama yönteminin uygulanmasına en çok ihtiyacı olan ürünün belirlenmesinin ardından belirlenen ürünün değer akışında Değer Akışı Haritalama yöntemi uygulanarak; ürünün üretiminde iyileştirilecek noktalarla ilgili tavsiyede bulunmak amaçlanmaktadır.

4.3. Uygulamada Analitik Hiyerarşi Prosesi' nin Kullanılması

Analitik Hiyerarşi Prosesi yönteminin uygulanabilmesi için en uygun ürünün seçimi amacıyla alternatifler ve kriterler uzman kişiler tarafından belirlenmiştir.

Firmada bulunan ürünlerden 6 adet ürün uygun seçimin yapılabilmesi için alternatif olarak belirlenmiştir. Alternatif olarak seçilen ürünlerin isimleri şirketin gizlilik esasları nedeniyle verilememektedir. Bu yüzden alternatif ürünler A, B, C, D, E ve F harfleri kullanılarak tanımlanmaktadır. Tüm uygulama içerisinde alternatif ürünler bu şekilde anılacaktır. Alternatiflerin değerlendirilmesi için de;

- layoutta dolaşma mesafesi,
- stok miktarı,
- hurda oranı,
- ciro oranı,
- sevkiyat performansı,
- takt zamanına yakınlık olmak üzere 6 adet kriter belirlenmiştir.

Belirlenen kriterler aşağıda tanımlanmaktadır;

Layoutta Dolaşma Mesafesi: Ürünün hammadde halinden nihai ürün haline gelene kadar prosesler arasında toplam kattetiği mesafeyi temsil eder. Ürün prosesleri arasında çok fazla mesafenin olması istenen bir durum değildir. Çünkü fazla taşıma yalın üretimde tanımlanan israflardan biridir. Dolayısıyla bu kriter değerlendirilirken uzman kişiler tarafından, ürünün prosesleri arasında fazla mesafenin olması olumsuz olarak değerlendirilmiştir.

Stok Miktarı: Firmanın ERP sisteminden belirli bir anda görülen stok miktarının kapladığı alanı temsil eder. Firmada ERP sistemi olarak kullanılan SAP (Systems Analysis and Program Development) sisteminden belirli bir anda belirlenen alternatifler için ara stok ve bitmiş ürün stoğuna bakılmıştır ve bulunan stok adetlerinin fiziki olarak kapladığı metrekareler belirlenmiştir. Belirlenen stok alanlarının kıyaslanmasında stok alanının fazla olması olumsuz olarak değerlendirilmiştir.

Hurda Oranı: Firmada, üretim hattından toplanan ıskarta miktarları bilgisayar ortamında kayıt altına alınarak takip edilmektedir. Toplanan veriler haftalık olarak

analiz edilmektedir. Bu uygulamada ise son 24 haftalık ıskarta oranları ürün bazında çıkarılmıştır ve kıyas bu verilere göre yapılmıştır. Alternatifler arasında yapılan kıyaslamada, hurda oranının yüksek olması olumsuz olarak değerlendirilmiştir.

Ciro Oranı: Firmada ürünlerin aylık olarak toplam cirodaki payları belirlenmektedir. Uygulamada, son 6 ayın ciro dağılımı incelenerek tanımlanan alternatiflerin toplam ciroya katkıları ortalama olarak belirlenmiştir. Analitik Hiyerarşi Prosesi' nde alternatiflerin kıyaslanması esnasında ciro oranının yüksek olması olumlu olarak değerlendirilmiştir.

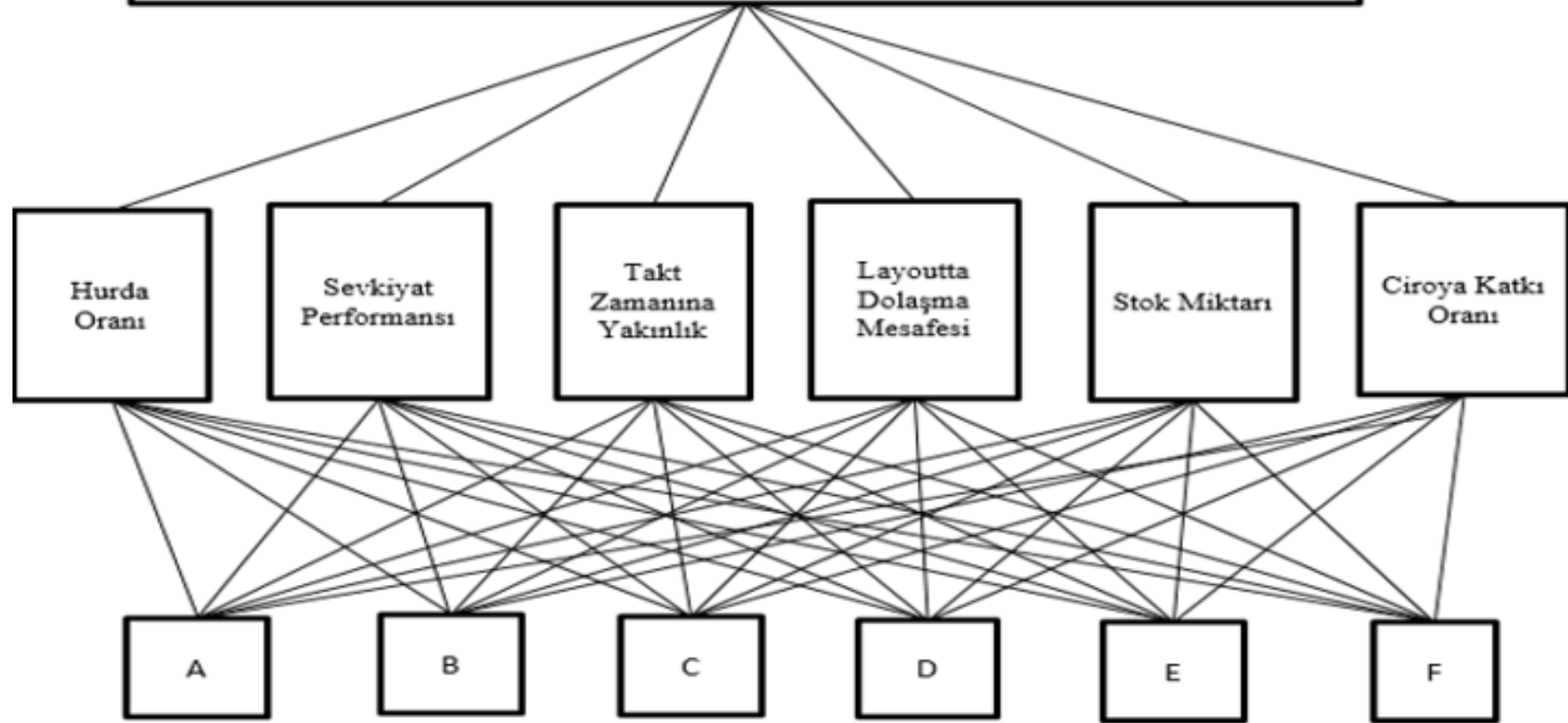
Sevkiyat Performansı: Ürünlerin sevkinin üretim planlama departmanı tarafından hazırlanan sevkiyat planlarına uyum oranı sevkiyat performansını temsil etmektedir. Alternatifler için üretim planlama departmanının ürün bazında hazırlamış olduğu sevkiyat performans oranları dikkate alınmıştır. Alternatiflerin kıyaslanması sırasında sevkiyat performansının yüksek olması olumlu olarak değerlendirilmiştir.

Takt Zamanına Yakınlık: Ürünler için ayrı ayrı yıllık çalışma süresinin yıllık sipariş bölünmesi ile ürünlerin takt zamanları hesaplanmıştır. Yani takt zamanı; müşterinin istediği siparişi zamanında verebilmek için kaç saniyede bir ürünün üretilmiş olması gerektiğini ifade eder. Takt zamanları belirlendikten sonra, her ürün için; ürünün geçtiği bütün işlem adımlarının ayrı ayrı çevrim zamanları belirlenmiştir. Ürünün bütün prosesleri için belirlenen çevrim zamanlarının arasından en uzun çevrim zamanı alınarak, ürün için en başta belirlenen takt zamanı arasındaki uzaklık belirlenmiştir. Yani takt zamanına yakınlık her ürün için belirlenen bu değer ile ölçülmüştür. Bu uzaklık ne kadar az ise ürün için o kadar olumlu bir değerlendirme yapılmıştır.

Yukarıda tanımlanmış olan 6 adet alternatif ve 6 adet kriter Şekil 4.1' de görülen hiyerarşik yapı ile gösterilmiştir.



**DEĞER AKIŞI HARİTALAMANIN
UYGULANACAĞI HATTIN SEÇİMİ**



Şekil 4.1. Karar hiyerarşisi

4.3.1. İkili karşılaştırmaların yapılması

Belirlenen uzman kişiler ilk adım olarak belirledikleri kriterlerin ikili karşılaştırmasını yapmışlardır. Kriterlerin birbirleriyle karşılaştırılması sonucu oluşturulan ikili karşılaştırma Tablo 4.1’ de görülmektedir.

Tablo 4.1. Kriterlerin ikili karşılaştırması

	Hurda Oranı	Sevkiyat Performansı	Takt Zamanına Yakınlık	Layoutta Dolaşma Mesafesi	Stok Miktarı	Ciroya Katkı Oranı
Hurda Oranı	1	2	4	0,50	4	0,25
Sevkiyat Performansı	0,50	1	2	0,25	4	0,20
Takt Zamanına Yakınlık	0,25	0,50	1	0,20	2	0,14
Layoutta Dolaşma Mesafesi	2	4	5	1	7	0,50
Stok Miktarı	0,25	0,25	0,50	0,14	1	0,11
Ciroya Katkı Oranı	4	5	7	2	9	1

Tablo 4.1’ deki karşılaştırmaya bakıldığında;

- Matrisin orta çizgisi boyunca tüm hücrelere 1 değeri yazılmıştır. Çünkü AHP’ de karşılaştırma matrisinin oluşturulmasının anlatıldığı 3.2.2 numaralı bölümde de anlatıldığı gibi, kriterin kendi kendisi ile kıyaslanması sonucunda bir üstünlük oluşmadığı için 1 değeri verilir. Mesela; satırdaki hurda oranı sütundaki hurda oranı ile kıyaslandığında herhangi bir üstünlük mümkün olmadığı görülmektedir.
- Sevkiyat performansının stok miktarı ile kıyaslanması sonucunda, sevkiyat performansı stok miktarına göre orta derece önemli olmakla kuvvetli derecede önemli olmak arasında görülmüştür ve buna istinaden 4 değerini aldığı görülmüştür.

- Sevkiyat performansının stok miktarı ile kıyaslanması sonucunda ilgili hücrenin 4 değerini almasına istinaden; stok miktarının sevkiyat performansı ile kıyaslanması sonucunda ise 4 değerinin tersi olan $\frac{1}{4}$ yani 0,25 değerini almış olduğu görülmektedir.

Tablo 4.1' deki diğer değerlerde yukarıdaki açıklamalara benzer şekilde verilmiştir.

Kriterlerin ikili kıyaslanmasının ardından, uzman kişiler her kriter bazında, alternatiflerin ilgili kriter için sayısal değerlerinin bilgisi için araştırma yapılmıştır. Bu sayede daha objektif kıyaslamaların yapılması amaçlanmıştır. Örneğin; hurda oranı kriteri için tüm alternatiflerin son 24 haftalık verisinden elde edilen hurda oranları belirlenmiştir ve hurda oranı kriteri için alternatiflerin kıyaslanması aşamasında bu belirlenen sayısal veriler üzerinden kıyaslama yapılmıştır. Başka bir örnek vermek gerekirse; layoutta dolaşma mesafesi için her alternatif için ayrı ayrı iş akış şeması incelenerek alternatifin yani ürünün oluşurken geçtiği yollar belirlenmiş ve o yolların uzunluğu metre cinsinden belirlenmiştir. Layoutta dolaşma mesafesi için ikili karşılaştırma yapılırken bulunan bu uzunluk değerlere dikkate alınmıştır.

6 kriter için alternatiflerin ayrı ayrı karşılaştırması sonucunda 6 adet ikili karşılaştırma matrisi oluşmuştur. Bu ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 4.2 ile Tablo 4.7 arasında görülmektedir. Tablolarda alternatiflerin 4.3. bölümde belirtilen kısaltmaları kullanılmıştır.

Tablo 4.2. Hurda oranı için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi

HURDA ORANI						
	A	B	C	D	E	F
A	1	0,13	0,33	2	2	0,20
B	8	1	7	9	9	6
C	3	0,14	1	4	4	0,50
D	0,50	0,11	0,25	1	0,50	0,20
E	0,50	0,11	0,25	2	1	0,25
F	5	0,17	2	5	4	1

Tablo 4.3. Sevkiyat performansı için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi

SEVKİYAT PERFORMANSI						
	A	B	C	D	E	F
A	1	0,20	1	0,25	3	0,50
B	5	1	5	2	5	4
C	1	0,20	1	0,25	2	0,50
D	4	0,50	4	1	5	3
E	0,33	0,20	0,50	0,20	1	0,25
F	2	0,25	2	0,33	4	1

Tablo 4.4. Takt zamanına yakınlık için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi

TAKT ZAMANINA YAKINLIK						
	A	B	C	D	E	F
A	1	1	0,33	1	0,11	5
B	1	1	0,33	1	0,11	4
C	3	3	1	3	0,13	6
D	1	1	0,33	1	0,11	4
E	9	9	8	9	1	9
F	0,20	0,25	0,17	0,25	0,11	1

Tablo 4.5. Layoutta dolaşma mesafesi için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi

LAYOUTTA DOLAŞMA MESAFESİ						
	A	B	C	D	E	F
A	1	0,25	0,11	0,14	0,13	0,11
B	4	1	0,11	0,20	0,17	0,13
C	9	9	1	5	3	2
D	7	5	0,20	1	0,50	0,25
E	8	6	0,33	2	1	0,50
F	9	8	1	4	2	1

Tablo 4.6. Stok miktarı için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi

STOK MİKTARI						
	A	B	C	D	E	F
A	1	1	0,20	3	0,20	5
B	1	1	0,20	3	0,20	5
C	5	5	1	7	1	8
D	0,33	0,33	0,14	1	0,14	3
E	5	5	1	7	1	9
F	0,20	0,20	0,13	0,33	0,11	1

Tablo 4.7. Ciroya katkı oranı için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi

CİROYA KATKI ORANI						
	A	B	C	D	E	F
A	1	6	4	5	7	9
B	0,17	1	0,33	0,50	2	4
C	0,25	3	1	2	5	7
D	0,20	2	0,50	1	3	7
E	0,14	0,50	0,20	0,33	1	5
F	0,11	0,25	0,14	0,14	0,20	1

Uzman kişiler tarafından oluşturulan bu ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının hesaplanması gerekmektedir. Tüm ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranı 4.3.4 numaralı bölümde açıklanmıştır.

4.3.2. İkili karşılaştırma matrislerinin öncelik vektörlerinin oluşturulması

İkili karşılaştırma matrislerinin öncelik vektörlerinin hesabı birkaç adımdan oluşmaktadır. Örnek olarak hurda oranı kriteri için alternatiflerin karşılaştırıldığı Tablo 4.2' deki ikili karşılaştırma matrisi ele alınmıştır. Öncelik vektörünün hesaplama adımları aşağıdaki gibidir;

1. İkili karşılaştırma matrisinin her bir sütununun ayrı ayrı toplamları alınır.

Tablo 4.8. Hurda oranı ile ilgili ikili karşılaştırma matrisinin sütun toplamları

HURDA ORANI						
	A	B	C	D	E	F
A	1	0,13	0,33	2	2	0,20
B	8	1	7	9	9	6
C	3	0,14	1	4	4	0,50
D	0,50	0,11	0,25	1	0,50	0,20
E	0,50	0,11	0,25	2	1	0,25
F	5	0,17	2	5	4	1
Toplam	18	1,66	10,83	23	20,50	8,15

2. İkili karşılaştırma matrisinin normalleştirilmesi için her hücrenin değeri ilgili sütunun toplamına bölünür ve Tablo 4.9' de görüldüğü gibi yeni değerler hücrelere yazılır.

Tablo 4.9. Hurda oranı kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisinin normalleştirilmiş hali

HURDA ORANI						
	A	B	C	D	E	F
A	0,056	0,075	0,031	0,087	0,098	0,025
B	0,444	0,604	0,646	0,391	0,439	0,736
C	0,167	0,086	0,092	0,174	0,195	0,061
D	0,028	0,067	0,023	0,043	0,024	0,025
E	0,028	0,067	0,023	0,087	0,049	0,031
F	0,278	0,101	0,185	0,217	0,195	0,123

3. Normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisinin her bir satırının ayrı ayrı ortalaması alınır ve Tablo 4.10' de görülen satır ortalamalarından oluşan öncelikler vektörü elde edilir.

Tablo 4.10. Hurda oranı ile ilgili ikili karşılaştırma matrisinin öncelik vektörü

HURDA ORANI							
	A	B	C	D	E	F	Satır Ortalamaları (Öncelik Vektörü)
A	0,056	0,075	0,031	0,087	0,098	0,025	0,062
B	0,444	0,604	0,646	0,391	0,439	0,736	0,543
C	0,167	0,086	0,092	0,174	0,195	0,061	0,129
D	0,028	0,067	0,023	0,043	0,024	0,025	0,035
E	0,028	0,067	0,023	0,087	0,049	0,031	0,047
F	0,278	0,101	0,185	0,217	0,195	0,123	0,183

Yukarıda anlatılan işlemlerde hurda oranı kriteri için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi örnek alınmıştır, bu işlemler tek tek diğer ikili karşılaştırma matrisleri içinde yapılmıştır ve tüm ikili karşılaştırma matrislerinin öncelik vektörleri elde edilmiştir. 6 kriterle ilgili ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen öncelik vektörleri Tablo 4.11’ de görüldüğü şekilde birleştirilerek bir matris elde edilmiştir. Bununla beraber kriterlerin ikili karşılaştırmasının yapıldığı Tablo 4.1’ deki matris içinde aynı işlemler tekrarlandığında Tablo 4.12’ de görülen kriter ağırlıkları yani kriterlerin birbiri ile karşılaştırıldığı matrisden elde edilen öncelik vektörü elde edilmiş olur.

Tablo 4.11. Öncelik vektörlerinin birleştirildiği matrisi

	Hurda Oranı ile İlgili Öncelik Vektörü	Sevkiyat Performansı ile İlgili Öncelik Vektörü	Takt Zamanına Yakınlık ile İlgili Öncelikler Vektörü	Layoutta Dolaşma Mesafesi ile İlgili Öncelikler Vektörü	Stok Miktarı ile İlgili Öncelikler Vektörü	Ciroya Katkı Oranı ile İlgili Öncelikler Vektörü
A	0,062	0,083	0,079	0,024	0,102	0,478
B	0,543	0,392	0,073	0,043	0,102	0,085
C	0,129	0,075	0,163	0,389	0,356	0,207
D	0,035	0,272	0,073	0,110	0,051	0,139
E	0,047	0,046	0,584	0,166	0,361	0,065
F	0,183	0,133	0,028	0,267	0,028	0,027

Tablo 4.12. Kriter ağırlıkları

Kriter Ağırlıkları	
Hurda Oranı	0,145
Sevkiyat Performansı	0,091
Takt Zamanına Yakınlık	0,052
Layoutta Dolaşma Mesafesi	0,258
Stok Miktarı	0,033
Ciroya Katkı Oranı	0,421

4.3.3. Alternatiflerin sıralanması

Uygulamada belirlenen 6 alternatifin sıralanması için yani Değer Akışı Haritalama yöntemine en çok ihtiyaç duyan ürünün seçimi için; bütün kriterlerin alternatiflerle karşılaştırılması sonucunda elde edilen matrislerden çıkarılan öncelik vektörlerinin birleşiminden oluşan Tablo 4.11’ de görülen matris ile kriterler ağırlıklarının gözüktüğü Tablo 4.12 sütun matrisi, Tablo 4.13’ de görüldüğü gibi çarpılarak üretim hatlarının ağırlıkları belirlenmiştir. Ağırlıklara bakıldığında A, B, C, D, E ve F’ nin ağırlıkları sırasıyla %23,1, %16,8, %23,3, %12,2, %12,4, %12,1 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak Değer Akışı Haritalama yönteminin uygulanmasına en çok ihtiyaç duyan ürün %23,3’lük oranla C ürünü olmuştur. C’ ye en yakın orana sahip ürün ise %23,1’lük orana sahip olan A’dır.

Analitik Hiyerarşi Prosesi’ nden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, C ürünü ilk sırada olmasına rağmen, A ürünü ile üstünlük sıralamasının birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Bu noktada uzman değerlendirmesi neticesinde Değer Akışı Haritalama yönteminin ilk olarak C ürünü için uygulanmasına karar verilmiştir. A ürünü için de ilerleyen zamanlarda Değer Akış Haritalama çalışmasının yapılması kararlaştırılmıştır.

Tablo 4.13. Alternatiflerin sıralamasının oluşturulması

	Hurda Oranı ile İlgili Öncelik Vektörü	Sevkiyat Performansı ile İlgili Öncelik Vektörü	Takt Zamanına Yakınlık ile İlgili Öncelikler Vektörü	Layoutta Dolaşma Mesafesi ile İlgili Öncelikler Vektörü	Stok Miktarı ile İlgili Öncelikler Vektörü	Ciroya Katkı Oranı İle İlgili Öncelikler Vektörü		Kriterlerin Ağırlıkları		Üretim Hatlarının Sıralaması
A	0,062	0,083	0,079	0,024	0,102	0,478	X	0,145	=	0,231
B	0,543	0,392	0,073	0,043	0,102	0,085		0,091		0,168
C	0,129	0,075	0,163	0,389	0,356	0,207		0,052		0,233
D	0,035	0,272	0,073	0,110	0,051	0,139		0,258		0,122
E	0,047	0,046	0,584	0,166	0,361	0,065		0,033		0,124
F	0,183	0,133	0,028	0,267	0,028	0,027		0,421		0,121

4.3.4. Tutarlılığın hesaplanması

Yapılan ikili karşılaştırmaların tek tek tutarlılığına 3.2.3. bölümde anlatıldığı şekilde bakılmıştır. Örnek olarak kriterlerin ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılığı incelenecektir. Matriste kriterlerin kısaltması kullanılacaktır. Hurda oranı, sevkiyat performansı, takt zamanına yakınlık, layoutta dolaşma mesafesi, stok miktarı ve ciroya katkı oranı sırasıyla şu şekilde kullanılacaktır; HO, SP, TY, LO, SM ve CK.

Aşağıda anlatılan tutarlılık analizi adımlarından 3. adımın sonuna kadar olan işlemler; “ikili karşılaştırma matrislerinin öncelik vektörlerinin oluşturulması” bölümüyle aynıdır. Çünkü orada da normalleştirilmiş matrislerin satır ortalamaları yani öncelik vektörleri her bir ikili karşılaştırma matrisi için ayrı ayrı yapılmıştır. Dolayısıyla o bölümde elde edilen öncelik vektörleri alınarak tutarlılık analizinin 4. adımından devam edilebilir. Fakat bu bölümde tutarlılık analizinin nasıl yapılacağına daha iyi kavranması amacıyla 1. adımdan başlanarak tutarlılık analizi uygulaması anlatılmıştır.

1. Tutarlılık analizinde ilk olarak ilgili matrisinin normalleştirilmiş matrise çevrilmesi gerekmektedir. Bunun için ilk olarak, Tablo 4.14’ de görüldüğü gibi her sütunun toplamları belirlenmelidir.

Tablo 4.14. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisinin sütun toplamları

	HO	SP	TY	LO	SM	CK
HO	1	2	4	0,50	4	0,25
SP	0,50	1	2	0,25	4	0,20
TY	0,25	0,50	1	0,20	2	0,14
LO	2	4	5	1	7	0,50
SM	0,25	0,25	0,50	0,14	1	0,11
CK	4	5	7	2	9	1
Toplam	8	12,75	19,50	4,09	27	2,20

2. Her hücredeki değerler bulunduğu sütunun toplam değerine bölünmelidir ve böylece yeni değerlerden oluşan matris yani normalleştirilmiş matris Tablo 4.15' da görüldüğü gibi elde edilmiş olur.

Tablo 4.15. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisinin normalleştirilmiş matrisi

	HO	SP	TY	LO	SM	CK
HO	0,125	0,157	0,205	0,122	0,148	0,113
SP	0,063	0,078	0,103	0,061	0,148	0,091
TY	0,031	0,039	0,051	0,049	0,074	0,065
LO	0,250	0,314	0,256	0,244	0,259	0,227
SM	0,031	0,020	0,026	0,035	0,037	0,050
CK	0,500	0,392	0,359	0,489	0,333	0,454

3. Normalleştirilmiş matrisin ayrı ayrı her satırının aritmetik ortalaması alınır ve Tablo 4.16' da görülen satır ortalamaları elde edilir.

Tablo 4.16. Kriterlerin ikili karşılaştırmasının normalleştirilmiş matrisinin satır ortalamaları

	HO	SP	TY	LO	SM	CK	Satır Ortalamaları (Öncelik Vektörü)
HO	0,125	0,157	0,205	0,122	0,148	0,113	0,145
SP	0,063	0,078	0,103	0,061	0,148	0,091	0,091
TY	0,031	0,039	0,051	0,049	0,074	0,065	0,052
LO	0,250	0,314	0,256	0,244	0,259	0,227	0,258
SM	0,031	0,020	0,026	0,035	0,037	0,050	0,033
CK	0,500	0,392	0,359	0,489	0,333	0,454	0,421

4. Tablo 4.1' de görülen kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ile normalleştirilmiş matristen elde edilen Tablo 4.16' daki satır ortalamaları yani öncelikler vektörü matrisinin çarpılmasıyla Tablo 4.17' de görülen tüm öncelikler vektörü elde edilir.

Tablo 4.17. Tüm öncelikler matrisinin oluşumunu gösteren matris

	HO	SP	TY	LO	SM	CK		Öncelikler Vektörü		Tüm Öncelikler Vektörü
HO	1	2	4	0,5	4	0,25		0,15		0,90
SP	0,50	1	2	0,25	4	0,20	x	0,09	=	0,55
TY	0,25	0,5	1	0,2	2	0,14		0,05		0,31
LO	2	4	5	1	7	0,50		0,26		1,61
SM	0,25	0,25	0,50	0,14	1	0,11		0,03		0,20
CK	4	5	7	2	9	1		0,42		2,63

Tablo 4.11' de görülen matris çarpımı aşağıda gösterilmiştir.

$$(1 \times 0,15) + (2 \times 0,09) + (4 \times 0,05) + (0,5 \times 0,26) + (4 \times 0,03) + (0,25 \times 0,42) = 0,90$$

$$(0,50 \times 0,15) + (1 \times 0,09) + (2 \times 0,05) + (0,25 \times 0,26) + (4 \times 0,03) + (0,20 \times 0,42) = 0,55$$

$$(0,25 \times 0,15) + (0,50 \times 0,09) + (1 \times 0,05) + (0,20 \times 0,26) + (2 \times 0,03) + (0,14 \times 0,42) = 0,31$$

$$(2 \times 0,15) + (4 \times 0,09) + (5 \times 0,05) + (1 \times 0,26) + (7 \times 0,03) + (0,50 \times 0,42) = 1,61$$

$$(0,25 \times 0,15) + (0,25 \times 0,09) + (0,50 \times 0,05) + (0,14 \times 0,26) + (1 \times 0,03) + (0,11 \times 0,42) = 0,20$$

$$(4 \times 0,15) + (5 \times 0,09) + (7 \times 0,05) + (2 \times 0,26) + (9 \times 0,03) + (1 \times 0,42) = 2,63$$

5. Öncelikler vektörünün değerleri tüm öncelikler vektörü değerlerine bölünür ve yeni matris elde edilir.

Tablo 4.18. Öncelikler vektörünün tüm öncelikler vektörüne bölünmesi

Tüm Öncelikler Vektörü		Öncelikler Vektörü		Bölümden Elde Edilen Matris
0,90		0,15		6,20
0,55	/	0,09	=	6,05
0,31		0,05		6,03
1,61		0,26		6,24
0,20		0,03		6,08
2,63		0,42		6,25

6. Tutarlılık oranının hesaplanmasında kullanılan λ_{max} ' in bulunması için 5. Adımda elde edilen matrisin değerlerinin ortalaması alınır.

$$\lambda_{max} = ((6,20+6,05+6,03+6,24+6,08+6,25)/6)=6,14$$

7. Tutarlılık oranı (CR) için gerekli olan tutarlılık indexi (CI), Formül (3.12) kullanılarak bulunmuştur. Kriter sayısı 6 olduğu için formüldeki n değeri 6 olarak alınmıştır.

$$CI = (6,14-6)/(6-1)=0,03$$

8. Tutarlılık oranı (CR) Formül (3.11) kullanılarak bulunmuştur. Formüldeki RI değeri Tablo 3.2.' den bakılarak kriter sayısına göre belirlenmiştir.

$$CR = 0,03/1,25 = 0,02$$

Kriterlerin ikili karşılaştırması için yapılan tutarlılık analizi sonucunda, tutarlılık oranı 0,02 olarak belirlenmiştir. 0,02 değeri 0,1' den küçük olduğu için ilgili matrisin tutarlı olduğu görülmüştür.

Yukarıda, tutarlılık oranının hesaplanması için verilen 8 adım diğer ikili karşılaştırma matrisleri için de uygulanmıştır ve Tablo 4.19' de görülen tutarlılık oranları elde edilmiştir.

Tablo 4.19. Kriterlerin alternatiflerle kıyaslanması ile oluşan matrislerin tutarlılık oranları

1	Hurda Oranı İle İlgili İkili Karşılaştırma Matrisi	0,06
2	Sevkiyat Performansı İle İlgili İkili Karşılaştırma Matrisi	0,03
3	Takt Zamanına Yakınlık İle İlgili İkili Karşılaştırma Matrisi	0,07
4	Layoutta Dolaşma Mesafesi İle İlgili İkili Karşılaştırma Matrisi	0,07
5	Stok Miktarı İle İlgili İkili Karşılaştırma Matrisi	0,04
6	Ciro Oranına Katkı İle İlgili İkili Karşılaştırma Matrisi	0,06

Tablo 4.19' dan da görüldüğü gibi uygulamada kullanılan tüm ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranının 0,10' dan küçük olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla bütün ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlı olduğu söylenebilir.

4.4. Uygulamada Değer Akışı Haritalama Yönteminin Kullanılması

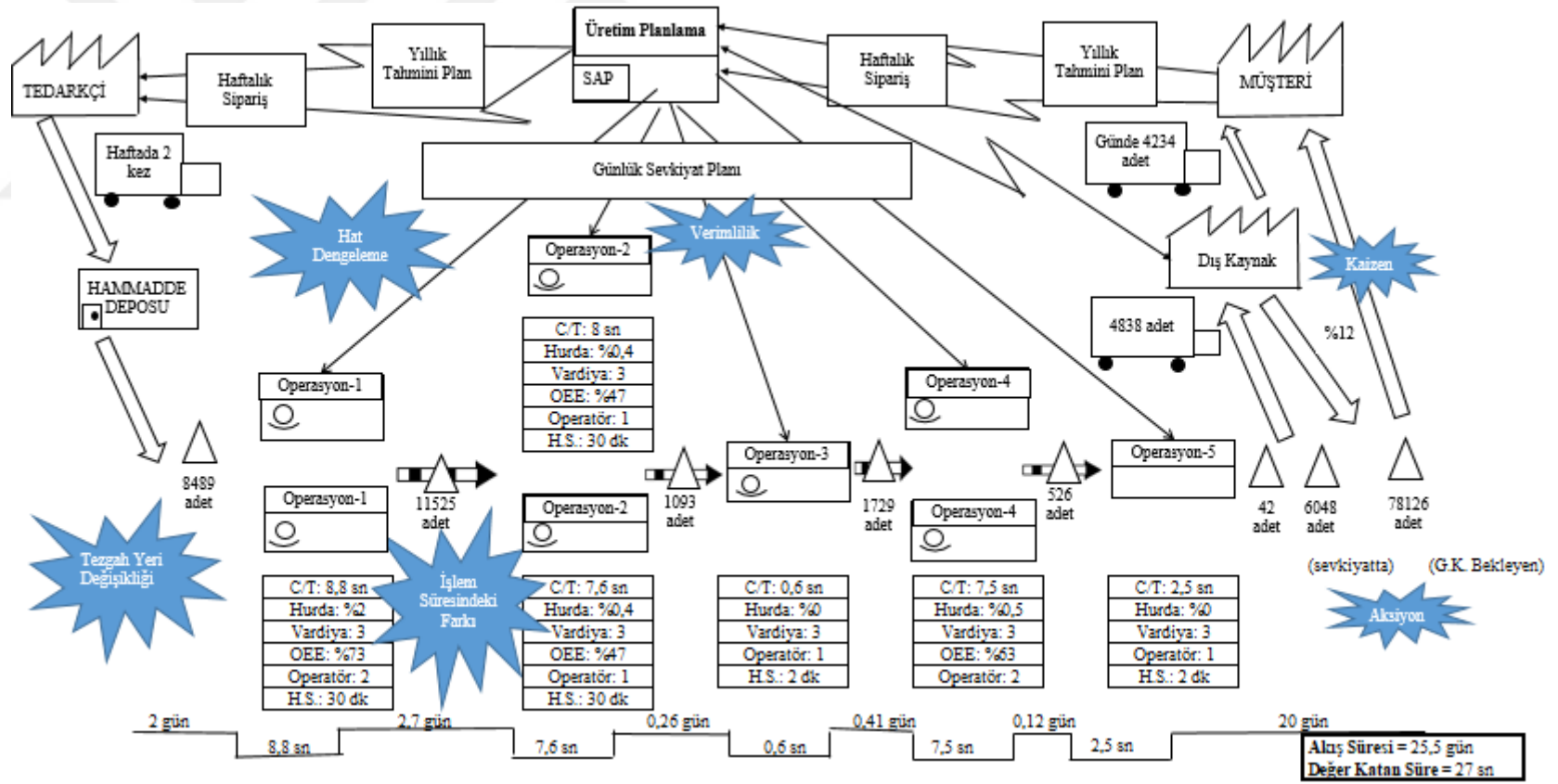
Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren ve sektörde rekabetçi gücünü geliştirmek isteyen bir firmada; AHP yöntemi kullanılarak, Değer Akışı Haritalama yöntemine en çok ihtiyacı olan ürünün seçimi yapılmıştır. Seçimde, ilk sırayı alan C ürünü olmuştur ve Değer Akışı Haritalama yöntemi bu ürünün değer akışında uygulanmıştır.

DAH yöntemini uygulamadan önce uygulamanın sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi amacıyla, DAH' ın uygulanacağı ürün ile ilgili genel bilgiler toplanmıştır. C ürünü için toplanan bu bilgiler aşağıda görüldüğü gibidir;

- C ürününün müşterisi otomotiv ana sanayisi için çalışan bir firmadır,
- C ürününün hammaddesi çeliktir,
- Firma çelik tedarikçisine yıllık vereceği siparişin detaylarını yıllık tahmini plan ile vermektedir ve haftalık olarak güncel siparişler tedarikçi ile paylaşılmaktadır,
- Tedarikçiden haftada iki kez çelik tedarigi sağlanmaktadır,
- Müşteri yıl içinde vereceği siparişlerin detaylarını yıllık tahmini plan ile paylaşmaktadır,
- Müşteri güncel siparişlerini haftalık olarak vermektedir,

- Verilen siparişlere göre üretim planlama departmanı günlük olarak üretime üretim bilgisi (günlük sevkiyat planı) vermektedir.

DAH uygulamasında ilk önce yukarıda bahsedilen bilgiler toparlanmıştır. Daha sonra C ürününe ait iş akış planı incelenerek ürünün geçtiği prosesler belirlenmiştir. Ardından, bir kağıt ve bir kurşun kalem ile birklikte üretim hattına inilerek ürün akışının son noktasından geriye doğru tüm prosesler incelenmiştir. İnceleme sırasında hem ara stoklar sayılmıştır hem de proseslerin güncel çevrim zamanları belirlenmiştir ve not alınmıştır. Üretim hattından elde edilen bu bilgiler ışığında Şekil 4.3.1’de görülen mevcut durum haritası elde dilmıştir. Mevcut durum haritasında görülen stok miktarları, firmanın gizlilik esasları dolayısıyla gerçek stok miktarlarının belli bir katsayı ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

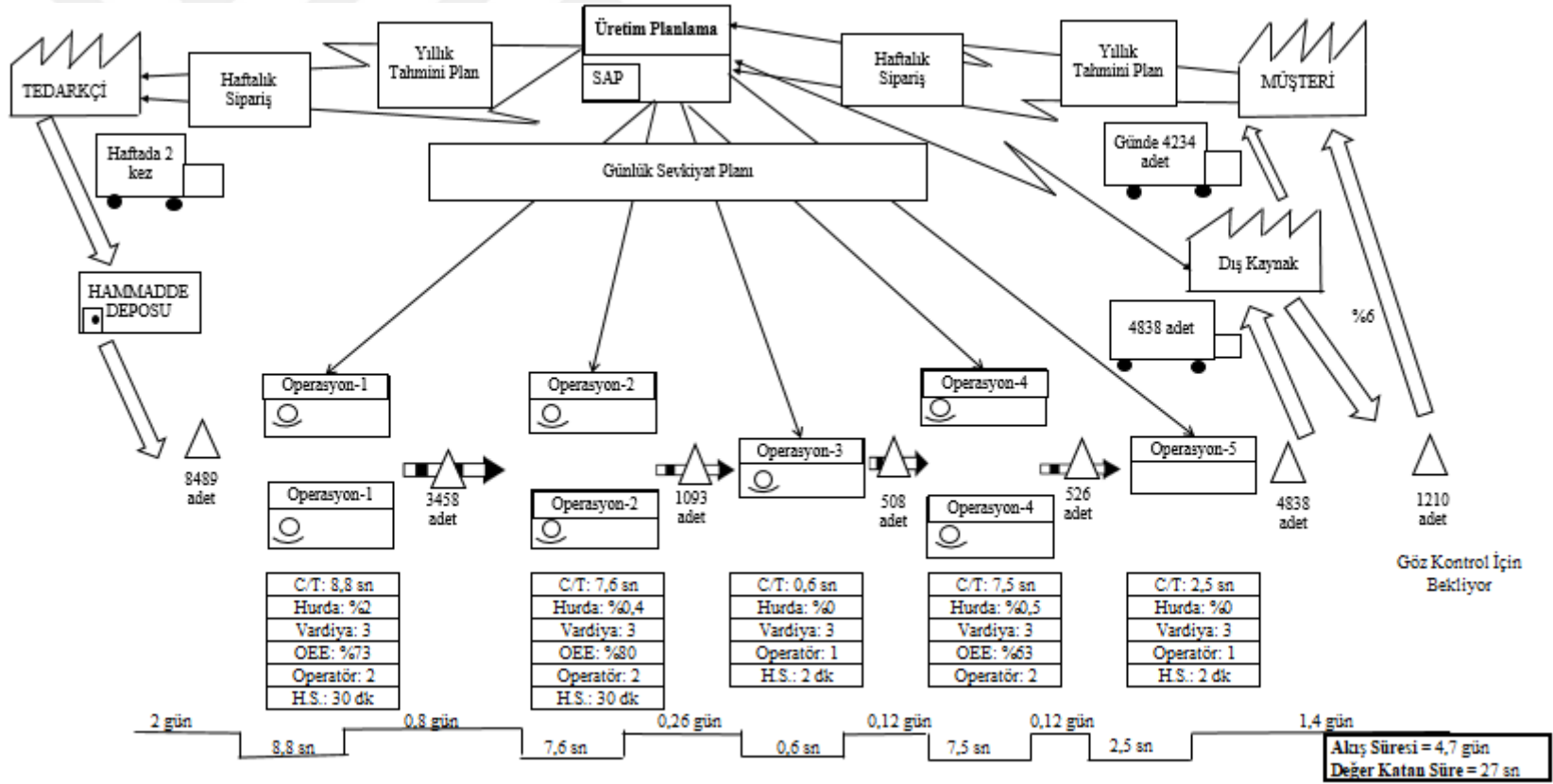


Şekil 4.2. Mevcut durum haritası.

C ürünün üretim hattının Şekil 4.2' de sunulan mevcut durum haritasında okunan veriler aşağıdaki maddelerde görüldüğü gibi özetlenmektedir;

- C hattının akış süresi 25,5 gün olarak belirlenmiştir,
- Akış süresinin uzun olmasının en önemli sebebi; Operasyon-5' den sonra dış kaynakta göz kontrol işleminin yaptırılması ve ıskarta olarak ayrılan ürünlerin firmaya tekrar göz kontrollerinin yapılması için gönderilmesi sonucu oluşan stok olarak tespit edilmiştir,
- Göz kontrolü için gelen parçalar sürekli olarak kontrol edilmemektedir, böyle olunca zaten fazla gelen ıskarta parça birikmiş olmaktadır,
- İkinci sırayı ise birinci operasyondan sonra oluşan stok almıştır bunun nedeni olarak ikinci operasyondaki tezgahın verimli çalışmaması görülmektedir,
- Ayrıca Operasyon-2' de bulunan iki tezgahın aynı tezgah olmasına rağmen işlem sürelerinin farklı olduğu tespit edilmiştir,
- Mevcut durum haritasının oluşturulması esnasında C hattı gezilirken, C ürününün prosesleri arasındaki uzun mesafeler dikkat çekmiştir.

C hattında mevcut durum haritasının çizimi için yapılan araştırmalar neticesinde yukarıda bahsedilen problemlere raslanmıştır. İlgili problemlerin çözümü için Şekil 4.2' de görülen gelecek durum haritası önerilmiştir.



Şekil 4.3. Gelecek durum haritası

Şekil 4.2'deki mevcut durum haritasında iyileştirmeye açık noktalar belirtilmişti. Bu açık noktalara istinaden bazı öneriler geliştirilmiştir bu öneriler Şekil 4.3' de görülen gelecek durum haritasında uygulanmıştır. Bu önerilen iyileştirmeler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

1. Mevcut durum haritasındaki dış kaynaktan gelen ve firmada tekrar göz kontrolünden geçen ıskarta olarak ayrılmış parçaların neden olduğu stoğun azaltılması için;

- C ürününün üretim hattının hurda oranları takip edilmelidir,
- Üretim hattında, fazla hurda oranına sahip beş hata modu belirlenmelidir,
- Bu hata modları analiz edilerek hurda oranının %12' den %6' ya düşürülmesi için gerekli aksiyonlar alınmalıdır,
- Böylece daha az ıskarta oluşacaktır dolayısıyla dış kaynakta yapılan göz kontrolü sonucunda daha az ıskarta parça ayrılacaktır, dolayısıyla dış kaynakta ayrılan ıskarta miktarı azalınca firmaya tekrar bakılmak üzere daha az ıskarta parça dönmüş olacaktır,
- Aynı zamanda dış kaynakta yapılan göz kontrollerinin daha sağlıklı yapılabilmesi için; firmada, dış kaynaktan geri dönen ıskarta parçalarının ayıklamasını yapan ilgili kişiler tarafından, dış kaynakta göz kontrolü yapan ilgili kişilere ayıklama ile ilgili eğitim verilmesi ile de firmaya tekrar kontrol edilmek üzere geri dönen ıskarta miktarının azaltılması sağlanacaktır,
- Bunlarla beraber, geri gelen ıskarta parçaları kontrol eden kişilerin çok fazla parça birikmeden kontrolü gerçekleştirmeleri sağlanmalıdır, geri gelen ıskarta parçalara göz kontrolü ertelenmemelidir.

2. Mevcut durum haritasında belirtilen Operasyon-2 için kullanılan iki tezgahın verimliliklerinin iyileştirmek için;

- Tezgah verimliliklerinin düzenli olarak takip edilmesi gerekmektedir,
- Verimsizliğin nedenide tespit edebilmek için; tezgahlarda çalışan operatörlere günlük olarak üretim adetlerini ve duruş nedenlerini yazabilecekleri bir takip formu verilmelidir,
- Sonrasında bu form analiz edilmelidir,
- Tezgah verimlilikleri, üretkenlik performansı, çalışan performansı ve kalite performansı olarak üç çarpanlı olarak her gün hesaplanmalıdır,

- Hesaplanan verimlilik değerleri grafik haline getirilerek üretim hattında ilgili prosesin başına konulmalıdır,
 - Bu panoların başında ilgili kişiler tarafından günlük olarak toplantı yapılarak verimlilik değerlerinin gidişatı değerlendirilmelidir ve verimliliğin artırılması için gerekli aksiyonlar alınmalıdır.
3. Operasyon-2' de yer alan iki tezgahın işlem sürelerinin neden farklı olduğu incelenmelidir. Mümkünse gerekli ayar yapılarak işlem süreleri eşitlenmelidir.
4. C ürününün üretim hattının prosesleri arasındaki uzun mesafeleri ortadan kaldırmak için proseslerde yer alan makinaların yerleri yeniden gözden geçirilmeli ve hücre tipi yerleşime geçilmelidir.
5. Bunlara ek olarak Operasyon 3 ile Operasyon 4 arasında bulunan stok, CP ürünü ile ilgili mühendislerin bu çalışma dışında yapmış oldukları bir iyileştirme sayesinde azaltılmıştır. Bu çalışma mevcut durum haritasının çizilmesinden sonra yapıldığı için iyileştirmenin, stoğu azaltması gelecek durum haritasına yansıtılmıştır.

Yukarıda açıklanan iyileştirmeler ile Şekil 4.3.1'deki mevcut durum haritasındaki 25,5 günlük akış süresinin Şekil 4.3.2'deki gelecek durum haritasında 4,7 güne düşürüldüğü görülmektedir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmada yalın üretime geçişte ilk adım olan Değer Akışı Haritalama yöntemi uygulanmak amaçlanmıştır. Fakat firmada birçok ürün üretildiği için zamanın verimli kullanılması açısından Değer Akışı Haritalama yöntemine en çok ihtiyaç duyan ürünün belirlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. DAH yöntemine en çok ihtiyaç duyulan ürünün seçimi için ise çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi yöntemi kullanılmıştır. Tablo 6.1' den AHP uygulaması sonucunda elde edilen üstünlük sıralamasını görebilirsiniz.

Tablo 6.1. Ürünlerin Üstünlük Sıralaması

Ürün	Üstünlük Sıralaması
C	0,233
A	0,231
B	0,168
E	0,124
D	0,122
F	0,121

Tablo 5.1' de ki sıralamaya bakıldığında ilk sırayı C ürünü almıştır. Dolayısıyla Değer Akışı Haritalama yöntemi bu ürünün üretildiği üretim hattında uygulanmıştır. Sıralamanın kalanına bakıldığında ise ikinci sırayı C ürününe çok yakın bir puan alan A ürünü almıştır .Bu yüzden en kısa zamanda ikinci olarak bu ürünün üretildiği üretim hattında Değer Akışı Haritalama çalışmasının yapılması önerilmektedir. Sıralamada üçüncü sırayı ise B ürünü almıştır, sıralamanın son üç ürünü ise sırasıyla E, D ve F olmuştur. Son üç ürün görüldüğü üzere, birbirine göre yakın puanlar almıştır

Analitik Hiyerarşi Prosesi' nde birinci sırada yer alan C ürünü Değer Akışı Haritalama yöntemine en çok ihtiyaç duyan ürün olarak belirlenmiştir. Ardından bu ürünün üretildiği üretim hattı ile ilgili gerekli bilgiler toplanmış ve mevcut durum haritası çizilmiştir. Çizilen mevcut durum haritasında akış süresi 25,5 gün olarak belirlenmiştir, değer katan süre ise 27 sn olarak tespit edilmiştir. Değerlerden de gözüktüğü gibi akış süresinde oldukça uzundur. Akış süresinin uzun olmasının nedenleri aşağıda kısaca ifade edilmektedir;

- Dış kaynakta yapılan göz kontrolünde ayrılan ıskarta miktarının fazla olması ve sonuç olarak firmaya ikinci göz kontrolü için dönen ıskarta parçalarının fazla olması,
- Freze operasyonunda yer alan tezgahların verimliliğinin düşük olması, iki tezgahın işlem sürelerinin farklı olması,
- Akışın itme şeklinde gerçekleştirilmesi,
- C ürününün üretim hattının yerleşim planının uygun gereksiz yürümeye neden olması olarak belirlenmiştir.

Yukarıda bahsedilen problemlerin iyileştirilmesi için bir gelecek durum haritası oluşturulmuştur ve öneriler sunulmuştur. Sunulan önerilere aşağıdaki maddelerde kısaca değinilmiştir;

- Hurda oranında iyileştirilme çalışmaları yapılması önerilmiştir,
- Dış kaynakta yapılan göz kontrolü için eğitim verilmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir,
- Freze tezgahlarının darboğaz olduğu tespit edilmiş ve verimliliğin iyileştirilmesi için gerekli çalışmaların yapılması önerilmiştir,
- Prosesler arasına parça akarken gereksiz beklemlerin ve gereksiz yürümlerin yaşanmaması için hücre tipi üretime geçiş önerisi sunulmuştur, fakat makinaların yerlerinin değiştirilmesi ve yerleşimin düzenlenmesi oldukça zahmetli bir iş olduğu için bu öneri diğer önerilerin sonrasında onları destekleyen bir öneri olarak sunulmuştur.

Çizilen gelecek durum haritasında yukarıda bahsedilen iyileştirmelerin gerçekleştirilmesinin ardından; akış süresi 25,5 günden 4,7 güne düşürülerek %81,57'lik iyileştirme sağlanması hedeflenmiştir.

Tasarlanan gelecek durum haritasının gerçekleşmesi için önerilen iyileştirmeler tamamlandıktan sonra, C ürününe yakın olan A ürününde de en yakın zamanda Değer Akışı Haritalama yönteminin uygulanması firmanın yalın üretimde ilerlemesi ve rekabet edebilirliğini arttırması açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmanın yapılması sürecinde bir çok kaynak araştırılması yapılmıştır ve bu literatür araştırmasında; DAH yöntemi ile farklı yöntemlerin birlikte kullanıldığı uygulamalara rastlanmıştır. Fakat yapılan bu literatür taramasında incelenen kaynaklar arasında DAH yöntemi ile ÇKKV (ok Kriterli Karar Verme) Yöntemleri' nin birlikte kullanıldığı yalnızca bir örneğe rastlanmıştır. Bu örnekten de DAH uygulamasının bu çalışmada kullanılanlardan farklı bir noktada ÇKKV yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada ise DAH ve ÇKKV yöntemlerinden AHP yöntemi literatür araştırmasında hiç rastlanmamış bir Şekilde birleştirilerek bir uygulamada kullanılmıştır. Dolayısıyla bu çalışmanın literatüre bu anlamda katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Bu çalışmaya ek olarak gerek aynı sektörde gerek farklı bir sektörde; DAH yöntemi ile ÇKKV yöntemlerinden AHP dışındaki TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), ELECTRE (Elimination and Choice Translating Reality English), VIKOR gibi yöntemlerin de birlikte kullanılabilirliğinin analiz edilmesi ve eğer kullanılması uygunsa DAH ile birlikte kullanılarak literatüre bu anlamda da katkı sağlanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Abdulmalek F.A., Rajgopal J., Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping via Simulation: A Process Sector Case Study, *International Journal of Production Economics*, 2006, **107**(2007), 223-236.

Adalı M.R., Kiraz A., Akyüz U., Halk B., Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: Büyük Ölçekli Bir Traktör İşletmesinde Uygulama, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2017, **21**(2), 242-251.

Ahmetoğlu F., Değer Akış Haritalandırma ve Geleneksel Kanban Sisteminin Kurulması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007, 201526.

Akçaoğlu Ö., Değer Akış Haritalarında Belirlenen Darboğazların Çözümü İçin Bayes Ağları İle Senaryo Üretimi: Çamaşır Makinası Fabrikasında Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012, 315271.

Ar R., al-Ashraf M., Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study, *Procedia Engineering*, 2012, **41**(2012), 1727 – 1734.

Artuşik O., Yalın Lojistik Ve Bir 3pl Şirketinde Değer Akışı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008, 223976.

Balkuvar I., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Ahp ve Vikor ile Tablet Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2015, 417797.

Baran T., Ahp ve 0-1 Hedef Programlama İle Depo Konumlarının Belirlenmesi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Galatasaray Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2017, 475489.

Birgün S., Gülen K.G., Özkan K., Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: *İmalat Sektöründe Bir Uygulama*, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2006, **5**(9), 47-59.

Braglia M., Carmignani G., Zammori F., A New Value Stream Mapping Approach For Complex Production Systems, *International Journal of Production Research*, 2006, **44**(18-19), 3929-3952.

Breaz R.E., Bologa O., Racz S.G., Selecting Between CNC Milling, Robot Milling and DMSL Processes Using A Combined AHP and Approach, *Procedia Computer Science*, 2017, **122**, 796-803.

Bulut K., Altunay H., Değer Akışı Haritalandırma Yöntemi: Mobilya Sektöründe Bir Uygulama, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 2016, **8**(1), 48-55.

Cetişli H., Doğaltaş İmalatı Tesislerinde Çalışanların Performanslarının Değerlendirilmesi için Ahp Tekniğinin Kullanılması ve Bu Teknikte Geliştirilen Farklı Öncelik Vektörü Türetme Modellerinin Kıyaslanması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 2009, 245805.

Chen J.C., Li Y., Shady B.D., From Value Stream Mapping Toward A Lean/Sigma Continuous Improvement Process: An Industrial Case Study, *International Journal of Production Research*, 2010, **48**(4), 1069–1086.

Çam H., Toraman A., Hazar Petrollerinin Pazar Stratejisi ve AHY Esaslı Alternatif Güzergah Değerlendirme Modeli, *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 2003, **2**(6), 41-46.

Çatman R., Bir Kamu Kurumunda Değer Akış Haritalama Ve Simülasyon Yöntemiyle Hizmet Sürelerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2017, 456838.

Dağ H. İ., Yalın Üretime Geçişte Değer Akışı Analizi ve Haritalandırma ile İsraf Kaynaklarının Belirlenmesi: Güneş Enerjisi Kollektörleri Üreten Bir İşletmede Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2009, 237343.

Dağdeviren M., Akay D., Kurt M., İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2004, **19** (2), 131-138.

Dağdeviren M., Eren T., Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması, *Gazi Üni. Müh. Mim. Fak. Der.*, 2001, **16**(2), 41-52.

Dinçer H., Görener A., Performance Evaluation Using AHP - Vikor And AHP - Topsis Approaches: The Case Of Service Sector, *Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2011, **29**, 244-260.

Doğan N.D., Ersoy Y., Hizmet Sektöründe Değer Akış Haritalama Uygulaması: Bir Üniversite Araştırma Ve Uygulama Merkezi Örneği, *Dumlupınar University Journal of Social Science / Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2016, **48**, 103-116.

Duggan, K. J., *Creating Mixed Model in Value Streams*, Productivity Press, New York, 2002.

Durdudiler M., Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans Değerlemesinde Ahp ve Bulanık Ahp Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 182730.

Durmuşoğlu Z. D. U., Assessment of techno-entrepreneurship projects by using Analytical Hierarchy Process (AHP), *Technology in Society*, DOI: 10.1016/j.techsoc.

Dyer R.F., Forman E.H., Mustafa M.A., Decision Support For Media Selection Using The Analytic Hierarchy Process, *Journal of Advertising*, 1992, **21**(1), 59-72.

Efe Ö.F., Engin O., Yalın Hizmet- Değer Akış Haritalama ve Bir Acil Serviste Uygulama, *Verimlilik Dergisi*, 2012, **4**, 79-107.

Efe Ö. F., Yalın Hizmet/ Değer Akışı Haritalama: Bir Acil Serviste Uygulanabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011, 283444.

Emiliani M. L., Stec D. J., Using value-stream maps to improve leadership, *The Leadership & Organization Development Journal*, 2004, **25**(8), 622-645.

George M. L., *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*, 1rd ed., McGraw-Hill , New York, 2002.

Göktolga Z. G., Gökalp B., İş Seçimini Etkileyen Kriterlerin ve Alternatiflerin Ahp Metodu İle Belirlenmesi, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2012, **13**(2), 71-86.

Gönen K., Otomotiv Endüstrisinde Yalın Üretim ve Eşzamanlı Mühendislik Yaklaşımıyla Değer Akış Haritalandırma. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2013, 360472.

Göröner A., Bütünleşik ANP-VİKOR Yaklaşımı İle ERP Yazılımı Seçimi, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 2011, **5**(1), 97-110.

Günay S.N., Ahp Ve Vikor Yöntemlerine Dayalı Yeşil Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017, 472757.

Gürün A., Sivil Havacılık Sektöründe İş Jeti Modeli Seçimi : Ahp Yöntemi Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 2015, 388866.

Hülle J., Kaspar R., Möller K., Multiple Criteria Decision-Making In Management Accounting And Control-State Of The Art And Research Perspectives Based On A Bibliometric Study, *Journal Of Multi-Criteria Decision Analysis*, 2011, **18**, 253-265.

Jackson T. L., Jones K. R., *Implementing A Lean Management System*, Productivity Press, Portland, 1996.

Kahırman M., Otomotiv Endüstrisinde Simülasyon Bütünleşik Değer Akışı Haritalama Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2013, 335413.

Kara Y., U-Tipi Montaj Hattı Dengeleme Problemleri İçin Yeni Modeller Ve Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2004, 147450.

Keçek G., Yıldırım E., Kurumsal Kaynak Planlama (Erp) Sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci (Ahp) İle Seçimi : Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2010, **15**(1), 193-211.

Kılıç A., Ayvaz B., Türkiye Otomotiv Yan Sanayiinde Yalın Üretim Uygulaması, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2016, **15**(29), 29-60.

Kocabaş D., Yalın Lojistik ve Değer Akışı Haritalandırma Yöntemi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2014, 363693.

Korpelaar J., Lehmusvaara A., A Customer Oriented Approach to Warehouse Network Evaluation, *International Journal of Production Economics*, 1999, **59** (1-3), 135-146.

Kuruüzüm A., Atsan N., Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları, *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 2001, **1**, 83-105.

Lumms R. R., Vokurka R. J., Rodegheiro B., Improving Quality through Value Stream Mapping: A Case Study of a Physician's Clinic, *Total Quality Management*, 2006, **17**(8), 1063-1075.

Maraşlı H., Akça C., Kama A., Yalın Düşünce ve Değer Akış Haritalamasının Dondurma Üretim İşletmesinde Uygulanması, *International Journal of Academic Value Studies*, 2016, **2**(4), 106-120.

Nasution J., Nasution J., Quality Service Analysis and Improvement of Pharmacy Unit of XYZ Hospital Using Value Stream Analysis Methodology, *Materials Science and Engineering*, (2013), **46**, 1-9.

Ohno T., *Toyota Ruhu Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Evrimi*, Scala Yayıncılık, İstanbul, 1996.

Orhan M., Karar Alma Problemlerinde Ahp'nin Yeri ve Kalkınmışlık Kriterleriyle Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2013, 345009.

Özveri O., Güçlü P., Değer Akış Haritalamada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Uygulanması, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 2015, **7**(1), 1-9.

Ömürbek N., Üstündağ S., Helvacıoğlu Ö.C., Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi'nde Bir Uygulama, *Yönetim Bilimleri Dergisi*, **11**(21), 2013, 101-116.

Özfindık M., Değer Akışlarının Belirsizlik Altında Analizi ve Haritalandırılması: Büyük Ölçekli Bir Gıda İşletmesinde Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2011, 291232.

Özgürler Ş., Değer Akışı Haritalandırma ve Conwip Sistemine Yönelik Bir Tasarım, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007, 201527.

Özkan K., Birgün S., Kılıçoğulları P., Müşteriden Tedarikçiye Değer Yaratma: Otomotiv Endüstrisinde Değer Akışı Haritalandırma Uygulaması, *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İstanbul, 25- 27 Kasım 2005.

Özkan Ö., Personel Seçiminde Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi : Ahp, Electre ve Topsis Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2007, 207839.

Rother M., Harris R., *Sürekli Akış Yaratmak*, Versiyon 1.0, Yalın Enstitü Yayınları, İstanbul, 2001.

Rother M., Shook J., *Learning to See*, Version 1.2, Lean Enterprise Institute, Brookline, USA, 1998.

Saaty T.L., A Scaling Method For Priorities In Hierarchical Structures, *Journal of Mathematical Psychology*, 1977, **15** (3), 234-281.

Saaty T. L., *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*, RWS, Pittsburgh, 1994.

Saaty T.L., Decision-Making With The AHP: Why Is The Principal Eigenvector Necessary, *European Journal of Operational Research*, 2003, **145**, 85-91.

Saaty T. L., How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research*, 1990, **48**(1), 9-26.

Saaty T.L., How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process, *Inferfaces*, 1994, **24** (6), 19-43.

Saaty T.L., Vargas L.G., *Models, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process*, 1st Ed., Springer, Pittsburg, 2001.

Saaty T. L., The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Processes: Applications To Decisions Under Risk, *European Journal Of Pure And Applied Mathematics*, 2008, **1**(1), 122-196.

Saaty T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York, 1980.

Seth D., Gupta V., Application of Value Stream Mapping for Lean Operations and Cycle Time Reduction: An Indian Case Study, *Production Planning and Control*, 2005, **16**(1), 44-59.

Sindhu S., Nehra V., Luthra S., Investigation Of Feasibility Study Of Solar Farms Deployment Using Hybrid AHP-TOPSIS Analysis: Case Study Of India, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, **73**, 496-511.

Stadnicka D., Ratnayake R.M.C., Enhancing Aircraft Maintenance Services: a VSM Based Case Study, *Procedia Engineering*, 2017, **182**, 665 – 672.

Sullivan W.G., McDonald T.N., Van Aken E.M., Equipment Replacement Decisions And Lean Manufacturing, *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, 2002, **18**, 255–265.

Suzaki K., *İmalatta Mükemmellik Yolu Sürekli İyileştirme Teknikleri*, Otoyol Sanayi Yayınları, İstanbul, 2005.

Swalmeh E., Tobail A., Abo-Hamad W., Gray J., Arisha A., Integrating Simulation Modelling and Value Stream Mapping for Leaner Capacity Planning of an Emergency Department, *SIMUL 2014: The Sixth International Conference on Advances in System Simulation*, Nice, France, 12-16 October 2014.

Şahin D., Türk Yüklenici İnşaat Firmalarının Uluslararası Projelerde Performansını Etkileyen Faktörlerin Delfi ve Ahp Metoduna Göre Önem Sıralarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2017, 467095.

Tapping D., Luyster T., Shuker T., *Value Stream Management*, 1st Ed., Productivity Press, New York, 2002.

Tikici M., Aksoy A., Derin N., Toplam Kalite Yönetiminin Radikal Unsurlarından Birisi Olarak Yalın Yönetim, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 2006, **5**(15), 20-33.

Timör M., *Analitik Hiyerarşi Prosesi*, 1. Baskı, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 2011.

Timör M., *Yöneylem Araştırması*, 1. Baskı, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 2010.

Triantaphyllou E., Mann S.T., Using The Analytic Hierarchy Process for Decision Making In Engineering Applications: Some Challenges, *Inter'l Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, 1995, **2**(1), 35-44.

Turan H., Turan G., Sağlık Sisteminde Yalın Üretim Uygulamaları, *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 2015, **2**(3), 127-132.

Turgut E.Ç., Tedarik Zinciri Yönetiminde Ahp Ve Bulanık Ahp Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi, Yeni Yöntem Önerileri ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2015, 410417.

Üke K., AHP Yöntemi İle Çorum Şehrinde AVM Kuruluş Yeri Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çorum, 2016, 446855.

Yetim S., Tek Değişkenli Reel Değerli Fonksiyonlarda Türev Kavramına Etki Eden Bazı Matematik Kavramlarının Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Analizi, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 2004, **12** (1), 137-156.

Yılmaz E., SipariŖe Göre retim Yapan Sistemlerde Yalın retim Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2012, 323925.

Yılmaz S., Uçak Seçim Kriterlerinin Değerlendirilmesinde Ahp Ve Bulanık Ahp Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 182731.

Womack J.P., Jones D.T., *Yalın DŖnce*, 1st Ed., Sistem Yayıncılık, İstanbul, 1998.



KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Sedefoğlu G., Akman G., Improving An Inefficient Production Line Via Ahp And Value Stream Mapping, *Journal of Naval Sciences and Engineering*, 2018, **14** (1), 1-24.



ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında İstanbul' da doğdu. Lise öğrenimini Kartal Fatin Rüştü Zorlu Anadolu Lisesi' nde tamamladı. 2011 yılında girdiği Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü' nde lisans eğitimine başladı. Lisans eğitiminin 2014 -2015 eğitim öğrenim yılının güz dönemini, Erasmus Programı ile Almanya' da Fachhochschule Schmalkalden University of Applied Sciences' de eğitim alarak tamamladı. 2015 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. 2016 yılında Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı' nda yüksek lisans eğitimine başladı. Aynı yıl içinde bir otomotiv firmasında başladığı Endüstri Mühendisi görevini halen sürdürmektedir.