

	MAKALE ADI	SAYFA
1	<b>ÖRGÜTSEL İLETİŞİMİN ÖRGÜTSEL SESSİZLİĞE ETKİSİNDE ÖRGÜTSEL BAĞLILIĞIN ARACI DEĞİŞKEN ROLÜ: GÖRGÜL BİR ARAŞTIRMA</b> <i>Dr. Öğr. Üyesi Tamer KILIÇ, İhsan SAYGILI</i>	1-22
2	<b>LİDERLERİN KARİZMATİK DAVRANIŞLARI ÇALIŞANLARIN İŞ PERFORMANSINI NASIL ETKİLER? ÇALIŞANLARIN İŞE TUTULMA DÜZEYLERİNİN ARACILIK ROLÜ</b> <i>Dr. Öğr. Üyesi Metin OCAK</i>	23-38
3	<b>KURULUŞ YERİ SEÇİMİNDE ANALİTİK HİYERARŞİK SÜREÇ YÖNTEMİ: SAĞLIK KURUMLARINDA BİR UYGULAMA</b> <i>Dr. Öğr. Üyesi Ayhan DEMİRCİ</i>	39-55
4	<b>SOSYAL MEDYA KULLANIMININ MARKA ALGISINA ETKİSİ: İLAÇ SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA</b> <i>Mustafa Kabasakal, Dr. Öğr. Üyesi İlkay Öztürk</i>	56-76
5	<b>BULANIK ÇKKV METODU KULLANARAK DEĞER AKIŞ HARİTALAMA UYGULAMASI</b> <i>Dr. Hakan TURAN</i>	77-93
6	<b>YENİLİKÇİ DAVRANIŞ: BİR ÖLÇEK UYARLAMA ÇALIŞMASI</b> <i>Doç. Dr. Abdullah ÇALIŞKAN, Dr. Öğr. Üyesi İrfan AKKOÇ, Doç. Dr. Ömer TURUNÇ</i>	94-111
7	<b>MUSTAFA KEMAL ATATÜRK'ÜN ULUS DEVLETİ, EGEMENLİK VE BAĞIMSIZLIK ANLAYIŞINA FRANSIZ İHTİLALİ FİKİR AKIMLARININ ETKİSİ</b> <i>Dr. Öğr. Üyesi Murat KÖYLÜ</i>	112-130
8	<b>NİTEL ARAŞTIRMALARDA KODLAMA: "PSİKOLOJİK SÖZLEŞME ALGISI, ÖRGÜTSEL GÜVEN ALGISI VE PROFESYONEL BÜROKRASİ ETKİSİ"NE YÖNELİK BİR ÖRNEK</b> <i>Yavuz KOKMAZYÜREK</i>	131-147

9	<i>ŞİRKETLERİN TEDARİK SÜREÇLERİ ve TALEP YÖNETİMİNDE WEB ENTEGRASYONU SEVİYELERİ VE PERFORMANSA ETKİLERİ: MERSİN SERBEST BÖLGE ÖRNEĞİ</i>	148-166
	<i>Prof. Dr. Köksal HAZIR, Didem DEMİR</i>	
10	<i>MESLEK AŞKI (CALLING) ÖLÇEĞİ TÜRKÇE GEÇERLİLİK VE GÜVENİLİRLİK ÇALIŞMASI</i>	167-188
	<i>Dr. Öğr. Üyesi Tuğba ERHAN, Dr. Öğr. Üyesi Tahsin AKÇAKANAT, Dr. Öğr. Üyesi Hasan Hüseyin UZUNBACAK, Dr. Öğr. Üyesi Ahmet YILDIRIM</i>	

# Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi



# IDEAS

ISSN: 2149 - 5823





Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi yılda 2 kez yayımlanan hakemli bir dergidir. Türkçe ve İngilizce dillerinde iktisat, işletme, uluslararası ilişkiler, siyaset bilimi ve kamu yönetimi, davranış bilimleri, maliye, ekonometri, çalışma ekonomisi ve endüstriyel ilişkiler, bankacılık ve finans, insan kaynakları yönetimi, yönetim bilişim sistemleri, sosyal hizmet, uluslararası ticaret ve lojistik, sağlık bilimleri yönetimi, eğitim yönetimi ve ilişkili alanlarda makaleler yayımlar. Dergide yayımlanan makalelerin dil, bilim, yasal ve etik sorumluluğu yazara aittir. Makaleler kaynak gösterilmeden kullanılamaz.


International Journal of Economics and Administrative Sciences is peer reviewed journal published twice a year. It publishes articles both in Turkish and English languages in the fields of economics, business administration, international relations, political science and public administration, behavioral sciences, finance, econometrics, labor economics and industrial relations, banking and finance, human resources management, management information systems, social services, international trade and logistics, health sciences management, educational administration and related fields. The language, science, legal and ethical responsibility of the articles published in the journal belongs to the author. The published contents in the articles cannot be used without being cited.

## **Editörler / Editors in Chief**

-  Doç. Dr. Abdullah ÇALIŞKAN (Toros Üniversitesi)
-  Doç. Dr. Ömer TURUNÇ (Süleyman Demirel Üniversitesi)

## **Yayın Kurulu / Editorial Board**

-  Prof. Dr. Abdülkadir VAROĞLU (Başkent Üniversitesi)
-  Doç. Dr. Ömer TURUNÇ (Süleyman Demirel Üniversitesi)
-  Doç. Dr. Abdullah ÇALIŞKAN (Toros Üniversitesi)
-  Dr. Öğr. Üyesi İrfan AKKOÇ

 **Danışma Kurulu / Advisory Board**

- Prof. Dr. Ahmet ERKUŞ (Bahçeşehir Üniversitesi)
- Prof. Dr. Dilek ZAMANTILI NAYIR (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Bekir GÖVDERE (Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ebru GÜNLÜ (Dokuz Eylül Üniversitesi)
- Prof. Dr. Enver ÖZKALP (Anadolu Üniversitesi)
- Prof. Dr. Gökmen DAĞLI (Yakın Doğu Üniversitesi)
- Prof. Dr. Haldun YALÇINKAYA (TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi)
- Prof. Dr. Haluk KORKMAZYÜREK (Toros Üniversitesi)
- Prof. Dr. Harun ŞEŞEN (Lefke Avrupa Üniversitesi)
- Prof. Dr. Haydar SUR (Üsküdar Üniversitesi)
- Prof. Dr. Himmət KARADAL (Aksaray Üniversitesi)
- Prof. Dr. İbrahim EROL (Celal Bayar Üniversitesi)
- Prof. Dr. Levent KÖSEKAHYAOĞLU (Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Prof. Dr. İbrahim Sani MERT (Antalya Bilim Üniversitesi)
- Prof. Dr. Mahmut PAKSOY (İstanbul Kültür Üniversitesi)
- Prof. Dr. Mazlum ÇELİK (Hasan Kalyoncu Üniversitesi)
- Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ (Korkut Ata Üniversitesi)
- Prof. Dr. Nejat BASIM (Başkent Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ömer Faruk İŞCAN (Atatürk Üniversitesi)
- Prof. Dr. Sait GÜRBÜZ (Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi)
- Prof. Dr. Selim Adem HATIRLI (Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Prof. Dr. Süleyman TÜRKEK (Toros Üniversitesi)
- Prof. Dr. Uğur YOZGAT (Marmara Üniversitesi)
- Prof. Dr. Umut AVCI (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ünsal SİĞRI (Başkent Üniversitesi)
- Doç. Dr. Cengiz DURAN (Dumlupınar Üniversitesi)
- Doç. Dr. Hakan TURGUT (Başkent Üniversitesi)
- Doç. Dr. Hakkı AKTAŞ (İstanbul Üniversitesi)
- Doç. Dr. Mine Afacan FINDIKLI (Beykent Üniversitesi)
- Doç. Dr. Murat ÇUHADAR (Süleyman Demirel Üniversitesi)
- Doç. Dr. Sebahattin YILDIZ (Kafkas Üniversitesi)
- Doç. Dr. Yusuf GÜMÜŞ (Dokuz Eylül Üniversitesi)

Not: İsimler, akademik ünvan ve alfabetik sıra gözetilerek sıralanmıştır.

2016 yılı 2. sayıdan itibaren dergimiz uluslararası endekslerde taranmaktadır



*Dergide yayımlanan yazılardaki görüşler ve bu konudaki sorumluluk yazarlarına aittir.  
Yayımlanan eserlerde yer alan içerikler kaynak gösterilmeden kullanılamaz.*

*All the opinions written in articles are under responsibilities of the authors.  
The published contents in the articles cannot be used without being cited.*

*Makalenin on-line kopyasına erişmek için / To reach the on-line copy of article: <http://dergipark.org.tr/uiibd>*

## BULANIK ÇKKV METODU KULLANARAK DEĞER AKIŞ HARİTALAMA UYGULAMASI

Hakan TURAN\*

**ÖZET:** Müşteri, katma değeri olmayan faaliyete para ödemek istememektedir. Değer akış haritalama müşteri için katma değer yaratmayan tüm faaliyetleri yok etmeyi amaçlamaktadır. Değer akış haritalama yalın üretimin en önemli tekniklerinden biridir. Bu çalışmada, Kocaeli’nde otomotiv yan sanayii alanında faaliyet gösteren bir firma için değer akış haritalama çalışması uygulanmıştır. İlk olarak, mevcut değer akış haritalama çizilmiş, sonrasında iyileştirme için düzeltilmesi amaçlanan problemler bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemiyle önceliklendirilmiş ve bu problemlerin ışığında iyileştirmeler yoluyla gelecek değer akış haritalama elde edilmiştir. Verilerin analizinde ve problemlerin değerlendirilmesinde üretim müdürü, üretim mühendisi ve ustaların görüşleri alınmıştır. Böylece, üretimde karşılaşılan israflar elenmiştir. Sayısal verileri elde etmek için zaman etüdü çalışması yürütülmüştür. Değer akış haritalama sayesinde üretimde insan kaynaklarının da etkin kullanımı sağlanmıştır. Ayrıca firma için ölçülebilir performans göstergeleri de elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci, Gelecek Değer Akış Haritalama, İsrarf, Mevcut Değer Akış Haritalama.

**Jel Sınıflandırması:** M11, C44, L62.

**10.29131/uiibd.529249**

**Geliş tarihi: 19.02.2019 / Kabul Tarihi: 13.05.2019 / Yayın Tarihi: 20.06.2019**

## VALUE STREAM MAPPING IMPLEMENTATION USING FUZZY MCDM METHOD

**ABSTRACT:** The customer does not want to pay for non-value added activities. Value stream mapping aims to eliminate all activities that do not create value for customers. Value stream mapping is one of the most important techniques of lean manufacturing. In this study, value stream mapping study for a company operating in the automotive supply industry in Kocaeli has been applied. First, the current value stream mapping has been drawn, after that, the problems aimed to be corrected for the improvements have been prioritized by fuzzy Analytic Hierarchy Process method and the future value stream mapping has been obtained in the light of these problems by conducting improvements. Production manager, production engineers and craftsmen’s viewpoints have been consulted in the analysis of data and evaluation of the problems. Thus, the wastes encountered in the production have been eliminated. Time study has been conducted to get numeric values. The effective use of human resources in the production is also achieved through value stream mapping. Besides, measurable performance indicators have also been achieved for the company.

**Key Words:** Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Future Value Stream Mapping, Waste, Current Value Stream Mapping.

**Jel Classification:** M11, C44, L62.

**DOI:**

**Received: 19.02.2019 / Accepted: 13.05.2019/ Published: 20.06.2019**

\*Dr., Sigma Center, Projeler Sorumlusu, Yalın Altı Sigma Kara Kuşak, hakant@sigmacenter.com.tr. ORCID:0000-0003-3042-9337

**Kaynak gösterimi için:**

TURAN, H. (2019). BULANIK ÇKKV METODU KULLANARAK DEĞER AKIŞ HARİTALAMA UYGULAMASI. Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 5 (1), 77-93. DOI: 10.29131/uiibd.529249

## 1. GİRİŞ

Günümüzde şirketlerin karlılıkları müşteri taleplerindeki hızlı değişimi nedeniyle oldukça düşüktür. Şirketler arasında rekabet yüksek olduğundan firmalar üretilen ürünün maliyetlerini azaltmak için farklı stratejilere yönelmiştir. Eskiden firmalar karını artırmak için satış fiyatını artırma stratejisini benimserlerdi. Ancak günümüzde rekabet son derece yüksektir. Rekabete dayalı avantaj elde etmek isteyen şirketler satış fiyatını artırmak yerine maliyetini azaltmak stratejisini benimsemektedir. Maliyeti azaltmak sayesinde satış fiyatı aynı olan firmalar karşısında rekabete dayalı bir avantaj elde edilmektedir. Maliyetleri azaltmak için ürünlerin üretim süreçlerinde karşılaşılan israfları elemeleri gerekmektedir. Yalın üretim bu noktada süreçlerdeki israfları azaltmayı amaçlamaktadır. İlk olarak Japonya'da kullanılan yalın üretim daha sonra 70'lerde petrol krizinin patlamasıyla tüm dünyada yaygın hale gelmiştir. Amaç sadece maliyetleri azaltmak değil aynı zamanda müşteriye daha hızlı ve daha kaliteli de ürün sunmaktır.

Müşteri için değer yaratmayan faaliyetleri elemek yalın üretim felsefesinin temelini oluşturmaktadır. Müşteri için katma değer yaratmayan her faaliyet israf olarak görülmektedir. İsrاف oluşturan her noktayı ve faaliyeti ortadan kaldırmak hedeflenmektedir (Blackstone ve Cox, 2005; Ohno, 1988). Bu noktada, yalın üretim felsefesini yansıtan ve yalın altı sigma metodunda da problemin tanımlanması ve iyileştirilmesi noktalarında kullanılan değer akış haritalama yöntemi uygulanmaktadır. Değer akış haritalama, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetleri görselleştirmeyi sağlayan bir tekniktir (Chen ve Cox, 2012). Bu çalışmanın amacı, Kocaeli'nde otomotiv yan sanayi alanında üretim yapan bir firmanın üretiminde değer akış haritalama yöntemi uygulanarak katma değer yaratmayan faaliyetlerini belirleyerek ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak mevcut değer akış haritalamasına göre iyileştirme yapılacak problemlerin önceliklendirilmesi ve eldeki zaman ve insan kaynağını etkin kullanılması amacıyla bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin çıktılarına bakarak gelecek değer akış haritalama uygulanmıştır.

Çalışmanın kalan kısmı aşağıdaki şekilde organize edilmiştir. İkinci bölümde, bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi anlatılmıştır. Üçüncü bölümde, katma değer yaratmayan faaliyetleri ortaya koymak için kullanılan değer akış haritalama yöntemi açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, Kocaeli'nde yer alan otomotiv yan sanayi sektöründe yer alan bir firmanın üretiminde israflarını belirlemek için uygulama gerçekleştirilmiştir. Son bölümde, sonuçlar ve ileride yürütülecek çalışmalar için tavsiyeler ortaya konmuştur.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Yapılan işlemlere özellikle de üretimde yapılan işlemler üç tipte ele alınmaktadır:

- 1) Değer yaratmayan faaliyetler
- 2) Gerekli ama değer yaratmayan faaliyetler

3) Değer yaratmayan faaliyetler şeklindedir. İlki tamamiyle israf olup elenmesi gereken faaliyetleri içerir. İkincisi gerekli ama israfli olabilecek faaliyetleri ele almaktadır. Üçüncüsü ise işçilik kullanımıyla hammaddeden bitmiş ürüne dönüştüren süreci kapsamaktadır (Monden, 2011). Literatür incelendiğinde birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Özellikle üretim sektöründe değer akış haritalama çalışmaları uygulanmaktadır. Ballard vd. (2003) beton fabrikasında uygulanarak lead time (Türkçe karşılığını yazmak uygun olur) süresini düşürmüştür. Tommelein ve Weissenberger (1999)

çelik fabrikasındaki stokları azaltmada kullanmıştır. Hines vd. (1998) değer akış haritalamanın yara ve zararları üzerine bir inceleme yürütmüş ve bilginin ne derece önemli olduğu üzerinde durmuştur. Hines ve Rich (1997) yedi değer akış haritalama araçlarından bahsetmişlerdir. Fernandez-Solis ve Rybkowski (2012) yapı endüstrisinde değer akış haritalama çalışması yürütmüştür. Hines vd. (1998) israfları azaltmada değer akış haritalama uyguladığını anlatmıştır. Yu vd. (2009) da benzer şekilde yapı sektöründe değer akış haritalama yöntemiyle israflarını azaltmaya yoluna gitmiştir. Fontanini ve Picchi (2004) alüminyum endüstrisinde akışı basitleştirme işlemi için kullanmışlardır.

Değer akış haritalama uygulamaları ülkemizde de birçok sektör karşımıza çıkmaktadır. Gemi inşaatında (Ergüneş, 2014), otomotiv sektöründe (Aydın, 2009) ve başlık üretim sektöründe (Braglia vd., 2009) olmak üzere birçok uygulamaya rastlamak mümkündür.

Ancak değer akış haritalama ile bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHP) yöntemini birlikte ele alan yurtiçinde ve yurt dışında herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

### 3. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Çalışmada iki yöntemin birlikte kullanımı yer almaktadır. Bu yöntemler bulanık AHP yöntemi ve değer akış haritalama yöntemleri şeklindedir. Uygulama adımları olarak ilk adım mevcut değer akış haritalama ile problemler tanımlanmıştır. İkinci adımda bu oluşan problemler bulanık AHP yöntemi ile önceliklendirilmiştir. Son olarakta mevcut değer akış haritalama ve bulanık AHP değerlerine göre gelecek değer akış haritalama oluşturulmuştur.

#### 3.1. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kriterlerin önem derecelerini belirlemek için ikili karşılaştırmaya göre yürütülür. Sayısal değerlendirmede karar vericilerin zorlanmalarının önüne geçebilmek için bulanık mantıkla birlikte kullanılmaktadır. Bu sayede, Saaty 'nin (1980) geliştirdiği bu yöntem bulanık AHP olarak uygulanmıştır. Uygulanan farklı bulanık AHP yöntemleri bulunmaktadır. Bulanık AHP yöntemleri içerisinde, Chang'ın genişletmiş analizi hesaplaması daha kolay ve klasik AHP yöntemiyle benzerlikler içerdiğinden daha fazla tercih edilmiştir. Bu çalışmada, Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemine başvurulmuştur. Buna göre bulanık AHP'nin adımları aşağıdaki gibidir (Chang, 1996):

Adım 1: Kriterleri belirleme ve bulanık ölçeği oluşturma

İkili karşılaştırmalar için belirlenmiş üçgensel bulanık sayılar ve karşılık ölçek değerleri Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1: İkili karşılaştırmada kullanılan dilsel ifadeler ve bulanık önem değerleri (Vahidnia vd., 2009)

Sözel Önem	Bulanık Değerler	Karşılık Ölçek
Eşit Önem (E)	(1,1,1)	(1/1,1/1,1/1)
Ara Değer (EI)	(1,2,3)	(1/3,1/2,1/1)
Biraz Önemli (M)	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
Ara Değer (MI)	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
Fazla Önemli (S)	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
Ara Değer (SI)	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
Çok Fazla Önemli (VS)	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
Ara Değer (VSI)	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
Son Derece Önemli (EX)	(8,9,9)	(1/9,1/9,1/8)



Adım 2: İkili karşılaştırmaları gerçekleştirme

Tablo 1'e göre, ikili karşılaştırmalar yürütülür.

Adım 3: Tutarlılık oranını hesaplama

Eğer tutarlılık oranı 0,1'den büyükse ikili karşılaştırmalar yenilenir. İkili karşılaştırmalar matriste yapıp sonrasında tutarlılık oranı hesaplanır (Eşitlik 1 ve 2). Tablo 2'den elde edilen Tutarlılık İndeksi (CI) ve Rastgele İndeksi (RI) ile Tutarlılık Oranı hesaplanır.

$$\text{Tutarlılık İndeksi } CI = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) \quad (1)$$

$$\text{Tutarlılık Oranı } CR = \text{Tutarlılık İndeksi }^{(CI)} / \text{Rastgele İndeksi }^{(RI)} \quad (2)$$

Tablo 2: Rastgele İndeksi (Saaty, 1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.36	1.48	1.6	1.72	1.84	1.96	2.08	2.2	2.32

Adım 4: Bulanık AHP yöntemini seçme

Uygulaması kolay olduğu için Chang (1996) tarafından oluşturulan üçgensel değerler içeren genişletilmiş bulanık yöntem tercih edilmiştir.

Adım 5: Bulanık AHP yöntemini uygulama

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  amaçlar kümesi ve  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  hedefler kümedir. Bundan dolayı, her bir amaç için m genişletilmiş analiz değeri Eşitlik 3'te gösterilmiştir:

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, \quad i=1,2,\dots,n \quad (3)$$

Adım 5.1: i. Amaca göre, bulanık yapay büyüklük değeri (Eşitlik (4) ve Eşitlik (7)):

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{i=1}^n l_j, \sum_{i=1}^n m_j, \sum_{i=1}^n u_j \right) \quad (6)$$

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_j} \right) \quad (7)$$

Adım 5.2:  $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  olasılık değeri (Eşitlik (8) ve Eşitlik (9)):

$$V(M_2 \geq M_1) = [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (8)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \\ 0, & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer taraftan} \end{cases} \quad (9)$$

Adım 5.3: Bir bulanık sayının olasılığı diğer bulanık değerlerden  $M_i (i = 1, 2, \dots, k)$  ve ağırlık vektöründen daha büyüktür (Eşitlik (10) ve Eşitlik (12)):

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1), (M \geq M_2), \dots, (M \geq M_k)] \\ = \min V(M \geq M_i), i=1, 2, 3, \dots, k \quad (10)$$

$$d'(A_1) = \min V(S_i \geq S_k) \text{ her biri için } k = 1, 2, \dots, n; k \neq j \quad (11)$$

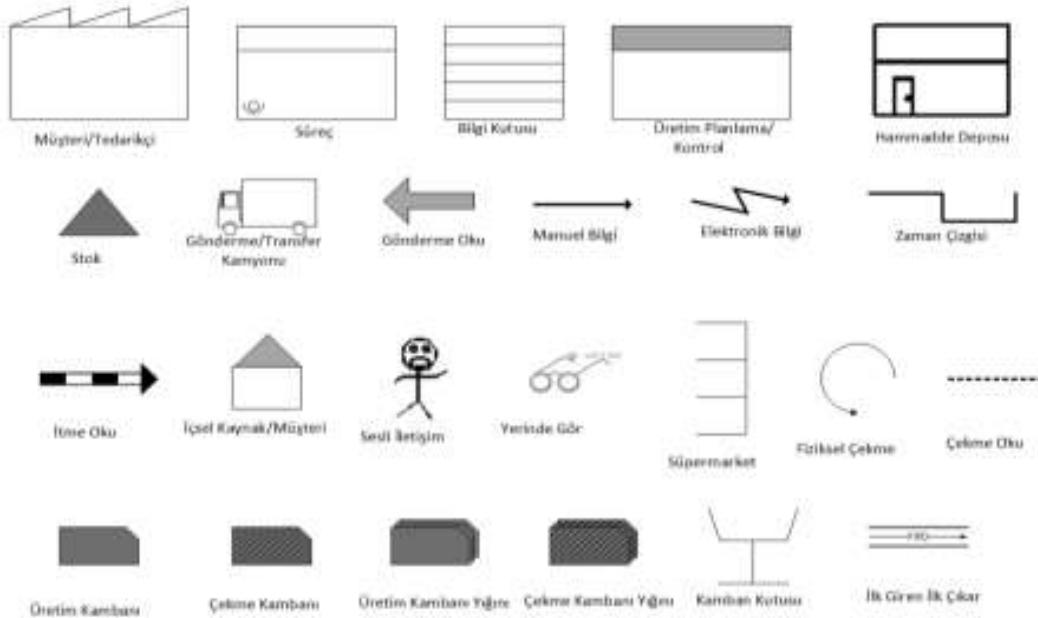
$$\text{Ağırlıklandırma Vektörü } W: (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (12)$$

Adım 5.4: Normalize edilmiş ağırlık vektörünü hesaplama (Eşitlik (13)):

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (13)$$

### 3.2. Değer Akış Haritalama

Değer akış haritalama israf kaynaklarını tanımakta kullanılan bir yöntemdir ve yalnız üretim araçlarından biridir (Ar ve Al-Ashraf, 2012). İsrarları görselleştiren bir tekniktir (Kennedy ve Huntzinger, 2005). Değer akış haritalama dört aşamada ele alınmaktadır. İlk olarak ürün grupları ortaya çıkarılır. İkinci aşamada, mevcut durum değer akış haritalama çizilir. Üçüncü aşamada gelecekteki değer akış haritalama çizilir. Dördüncü aşamada, aktiviteler planlanır ve uygulamalar gerçekleşir (Rother ve Shook, 1999; Rother ve Shook, 2009). Değer akış haritalamada kullanılan semboller Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1: Değer Akış Haritalamada Kullanılan Semboller (Özveri ve Güçlü, 2015)

Değer akış haritalama, stokları ve iş yapma süresini azaltan nitel bir tekniktir (Rosentrater ve Balamuralikrishna, 2006). Değer akış haritalama karar vermede görsel bir akış sağlar, israrları ortaya çıkarır, bilgi ve malzeme akışı arasındaki yakın bağlantıyı ortaya

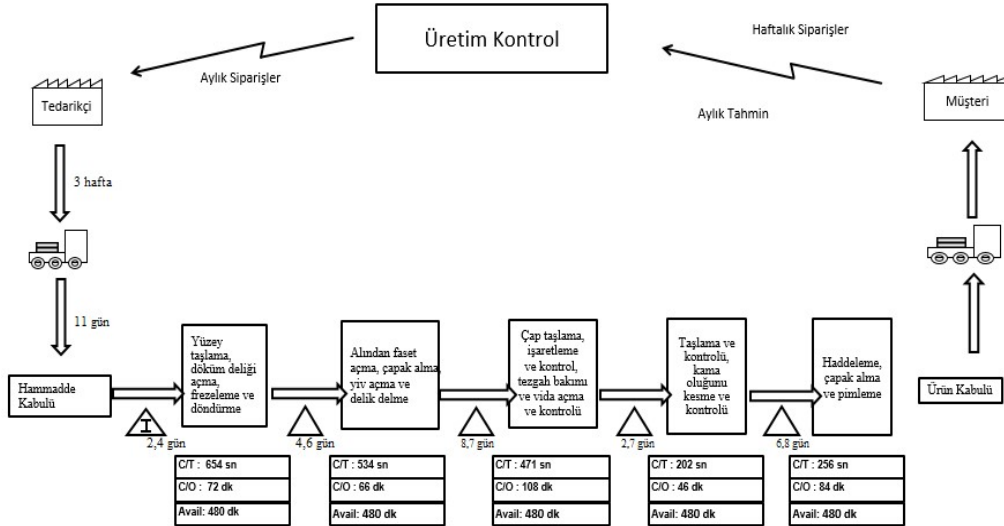
koyar ve israfları elimine etmek bir plan ortaya koyar ve sürekli iyileştirmeyi sağlar (Wee ve Wu, 2009). Üretim endüstrisinde israfları elimine etmeyi sağlar (Singh vd., 2009). Üretim performansını artırmakta faydalanmıştır (Gurumurthy ve Kodali, 2011).

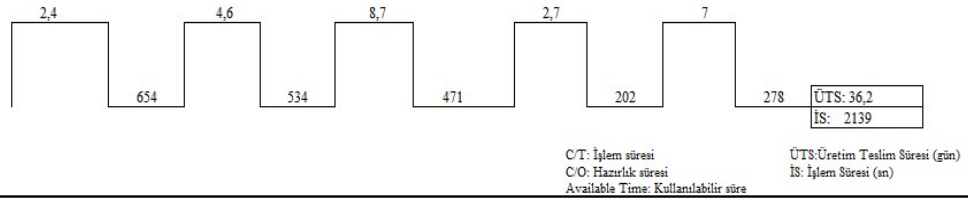
Değer akış haritalamanın avantajları vardır. Ürün akışıyla bilgi akışı arasında bağlantıyı gösterir. Stok seviyeleri kadar üretim zamanları ile ilgili bilgi verir. Sadece tek bir süreç olmaktan ziyade fabrika seviyesinde üretim sürecini görselleştirir. Operasyonel parametreler kullanarak ürünlerin planlaması ve talep tahmini sağlar. Üretim içi süreçler tedarikçi arasındaki ilişkiyi yansıtır. Akışı ayrıntılı görerek kararı gözden geçirmeyi sağlar. Çalışanlar ortak bir dil oluşturan bir araç olur. İyi yapılandırılmış bir uygulama planının temelini oluşturur. Diğer taraftan dezavantajlı tarafları da vardır. Bir kağıt ve kalem içerdiğinden doğruluk seviyesi düşüktür. Malzeme akışının verimsizliğini göstermede verimsizdir. Çok farklı ürünleri belirtmede yetersizdir. Sadece doğrusal üretim sistemlerinde uygulanabilir. Hızlı geliştirmeler için yetersizdir. Üretim ve mühendislik metotları arasındaki temel farklılıklar nedeniyle mühendislik süreçlerine uygulanamaz. Analiz edilen üretim süreciyle ilgili değişken problemlerinin gerçek görünümünü yansıtmaz (Braglia vd., 2009).

Diğer taraftan, müşteri için değer tanımlandıktan sonra değer akışı tanımlanmalıdır. Ardından çekme sistemine gelecek değer akış harita tanımlanabilir (Duggan, 2002).

#### 4. UYGULAMA

Bu çalışmada otomotiv yan sanayi sektöründe yer alan bir şirkette krank mili üretiminde değer akış haritalama uygulanmıştır. Üretimde gerçekleşen israfların önüne geçmek için yalın üretim prensiplerini uygulama kararı verilmiştir. Krank mili üretiminin süreci yalın üretim felsefesinin önemli yöntemlerinden biri olan değer akış haritalama ile görselleştirilerek müşteri için katma değer yaratan ve katma değer yaratmayan faaliyetleri ortaya koyma yoluna gidilmiştir. Krank mili üretimindeki ana adımlar yazılmış ve bu işlemler yürütülürken karşılaşılan israfları elimine etmek hedeflenmiştir.





Şekil 2: Krank Mili Üretimi İçin Mevcut Değer Akış Haritalama

Şekil 2’de krank mili üretimindeki aşamaları yer almaktadır. Süreç adımları genel olarak beş adımda toparlanmıştır. Bu süreçte müşteri için değer yaratan ve değer yaratmayan tüm faaliyetler ele alınmıştır. Krank milinin sadece üretim aşamaları değil tüm akışı resmedilmiştir. Tedarikçi vasıtasıyla hammaddenin alımından müşteriye sunulmasına kadar olan aşamalar ele alınmıştır. Aynı zamanda üretimde yer alan beklemler de işin içerisine katılmıştır. Beklemeler olarak belirlenen adımlar müşteri için katma değer yaratmayan faaliyetleri ifade etmektedir ve bu yüzden israf olarak düşünülmektedir. Ara stokların oluşması üretimde verimsizliği de göstermektedir.

Değer akış haritalamada Şekil 1’de gösterildiği gibi birçok sembol kullanıldığı gibi birçok hesaplama da gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada kullanılacak olanlar da hesaplanmıştır.

Takt time (ritim zamanı) müşterinin hangi sıklıkta ürün istediğini belirten zamandır.

$$Takt\ Zamanı = \frac{Kullanılabilir\ Günlük\ Süre\ (dakika) \cdot Vardiya\ Sayısı}{Müşteri\ Talebi\ (günlük)}$$

Lead time olarak ta kullanılan üretim teslim süresi (akış süresi) bir ürünün işlem adımları arasındaki tüm beklemleri içeren sadece üretim süresi harici stoktan müşteriye ürün gönderilmesine kadar zamanı içeren süre hesaplanmıştır. Bu süre, katma değer yaratmayan faaliyetlerin sürelerinin toplamını içermektedir. Kısacası süreç işlem zamanı ve stok bekleme zamanlarını toplamlarından oluşmaktadır.

Benzer şekilde, işlem süresi üretimde ürünün gerçekleştirilmesi için yürütülen faaliyetlerin süresi hesaplanmıştır. Bu sayede, katma değer yaratan ürünün işlem adım süreleri toplamı bulunmuştur. İki işlem arasında hammadde yarı mamul ya da mamulün beklediği süreler de gereksiz süreler olarak hesaplanmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi, bu zaman ile işlem süresi üretim teslim süresini vermiştir.

Aynı zamanda üretimde işlem adımları için hazırlık süreleri de verimliliği görmek açısından Şekil 2’de görüldüğü gibi hesaplanmıştır. İşlem süresinin üretim teslim süresine bölünmesiyle süreç oranı da hesaplanmıştır. Ürün üretiminin müşteri talebine bölünmesiyle elde edilen zaman ritim zamanı hesaplanmıştır. Bunun için üretimde kullanılabilir süre olarak 480 dakika (8 saatx60 dakika) ve 2 vardiya olarak ele alınmıştır.

$$Takt\ Zamanı = \frac{Kullanılabilir\ Günlük\ Süre\ (dakika) \cdot Vardiya\ Sayısı}{Müşteri\ Talebi\ (günlük)} = \frac{480 \cdot 2}{400 / 22} \cong 53 \text{ dk/adet}$$

$$\text{İşlem Süresi} = 654 + 534 + 471 + 202 + 278 = 2139 \text{ saniye}$$

$$\text{Üretim Teslim (Akış) Süresi} = 11 + 2,4 + 4,6 + 8,7 + 2,7 + 6,8 = 36,2 \text{ gün}$$

$$1. Durum Süreç Oranı = \frac{2139}{36,2} = 59,09$$

Karşılaşılan problemler sıralanmıştır. Buna göre 10 adet mevcut değer akış haritalamada problem bulunmuştur. Belirlenen problemler Tablo 3'teki gibidir.

Tablo 3: Mevcut Değer Akış Haritalama İle Belirlenen Problemler

Sayılar	Mevcut Değer Akış Haritalamayla Belirlenen Problemler	Değerlendirmede Kullanılacak Kodu
1	Hazırlık sürelerinin uzun olması	K1
2	Stokların beklemesi	K2
3	Süreç faaliyetlerinin uzun olması	K3
4	Depodaki kontrol işleminin uzaması	K4
5	Tedarikçilerden malzeme alımının uzun sürmesi	K5
6	Kalıp bakımlarının uzaması	K6
7	Kalıp değişim sürelerinin uzaması	K7
8	Süreç faaliyetleri arası bekleme sürelerinin olması	K8
9	Ürün çizelgelemenin yetersizliği	K9
10	Faaliyetlere özgü iyileştirmelerin azalması	K10

Değerlendirme için 6 karar verici belirlenmiştir. Mevcut 10 problem Tablo 1'deki bulanık dilsel değişkenlere göre yürütülmüştür. Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi Tablo 4'teki gibidir:

Tablo 4. Bulanık ikili karşılaştırma matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
K1	1	1/EI, E,E, E,E, E	1/M,1/E I,1/EI,E 1/EI,E	1/MI,E, E,E,E,E	1/MI,E, E,E,E,E	1/EI,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI, 1/EI	E,E, E,E, E,E	1/MI,E, E,E,E,E	1/EI,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI, 1/EI	1/M,E,E, ,1/EI,E, E
K2	EI,E, E,E, E,E	1	1/EI,E,E, ,E,E,EI	1/EI,E,E, E,E,EI	1/EI,E,E, ,E,E,EI	E,E,E,E, E,E	E,E, E,E, E,E	1/EI,E,E, ,E,E,EI	E,E,E,E, E,E	1/EI,E,1 /EI,E,1/ EI,EI
K3	M,E I,EI, E,EI, E	E,E, E,E, E,1/ EI	1	E,E,E,E, E,E	E,E,E,E, E,E	M,EI,EI ,EI,EI,E I	MI,E I,EI, E,E, EI	1/EI,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI, 1/EI	EI,EI,EI ,EI,EI,E I	E,E,E,E, E,E
K4	MI, E,E, E,E, E	E,E, E,E, E,1/ EI	E,E,E,E, E,E	1	E,E,E,E, E,E	MI,M,E I,MI,MI ,EI	MI,E ,EI,E ,E,EI	1/EI,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI, 1/EI	MI,EI,E I,EI,EI, EI	EI,EI,EI ,EI,EI,E I
K5	MI, E,E, E,E, E	EI,E, E,E, E,1/ EI	E,E,E,E, E,E	E,E,E,E, E,E	1	MI,EI,E I,MI,EI, EI	MI,E I,EI, M,EI ,EI	E,E,E,E, E,E	MI,EI,E I,EI,EI, EI	EI,EI,EI ,EI,EI,E I
K6	EI,E I,EI, EI,E I,EI	E,E, E,E, E,E	1/M,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI, 1/EI	1/MI,1/ M,1/EI,1 /MI,1/M I,1/EI	1/MI,1/E I,1/EI,1/ MI,1/EI, 1/EI	1	EI,E, E,E, EI,E	1/MI,1/ EI,1/EI, 1/EI,1/E I,1/EI	E,E,E,E, E,E	1/EI,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI, 1/EI
K7	E,E, E,E, E,E	E,E, E,E, E,E	1/MI,1/ EI,1/EI, E,E,1/EI	1/MI,E,1 /EI,E,E,1 /EI	1/MI,1/E I,1/EI,1/ M,1/EI,1 /EI	1/EI,E,E, ,E,1/EI, E	1	1/EI,E,E, ,E,1/EI, E	1/EI,E,E, ,E,1/EI, E	1/M,E,E, ,E,E,1/E I
K8	MI, E,E, E,E, E	EI,E, ,E,E, E,1/ EI	EI,EI,EI ,EI,EI,E I	EI,EI,EI, EI,EI,EI	E,E,E,E, E,E	MI,EI,E I,EI,EI, EI	EI,E, E,E, EI,E	1	MI,M, M,M,M, EI	M,M,M, M,M,EI
K9	EI,E I,EI, EI,E I,EI	E,E, E,E, E,E	1/EI,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI, 1/EI	1/MI,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI,1 /EI	1/MI,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI, 1/EI	E,E,E,E, E,E	E,E, E,E, E,E	1/MI,1/ M,1/M,1 /M,1/M, 1/EI	1	1/EI,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI, 1/EI
K10	M,E, E,EI, E,E	EI,E, EI,E, EI,1/ EI	E,E,E,E, E,E	1/EI,1/EI ,1/EI,1/E I,1/EI,1/ EI	1/EI,1/E I,1/EI,1/ EI,1/EI, 1/EI	EI,EI,EI ,EI,EI,E I	M,E, E,E, E,EI	1/M,1/ M,1/M,1 /M,1/M, 1/EI	EI,EI,EI ,EI,EI,E I	1

Tablo 4’te yürütülen bulanık ikili karşılaştırma matrisinde her bir karar vericinin tutarlı değerlendirme yapıp yapmadığını değerlendirmek için Eşitlik 1 ve Eşitlik 2’deki formüllere ve Tablo 2 değerlerine göre tutarlılık oranları hesaplanır. Bulanık hesaplama yapmadan önce klasik AHP’nin değerlerine karşılık gelen değerler ikili karşılaştırmalar yapıp tutarlılık oranları hesaplandığında, tutarlılık oranları karar vericiler için değerlendirme Tablo 5’teki gibidir:

Tablo 5: Karar Vericilerin Değerlendirme Sonuçları

Karar Vericiler	Tutarlılık Oranları	Değerlendirme Kabul/Red
KV1	3,36	<10 olduğundan Kabul
KV2	4,4	<10 olduğundan Kabul
KV3	4,54	<10 olduğundan Kabul
KV4	4,95	<10 olduğundan Kabul
KV5	5,4	<10 olduğundan Kabul
KV6	5,65	<10 olduğundan Kabul

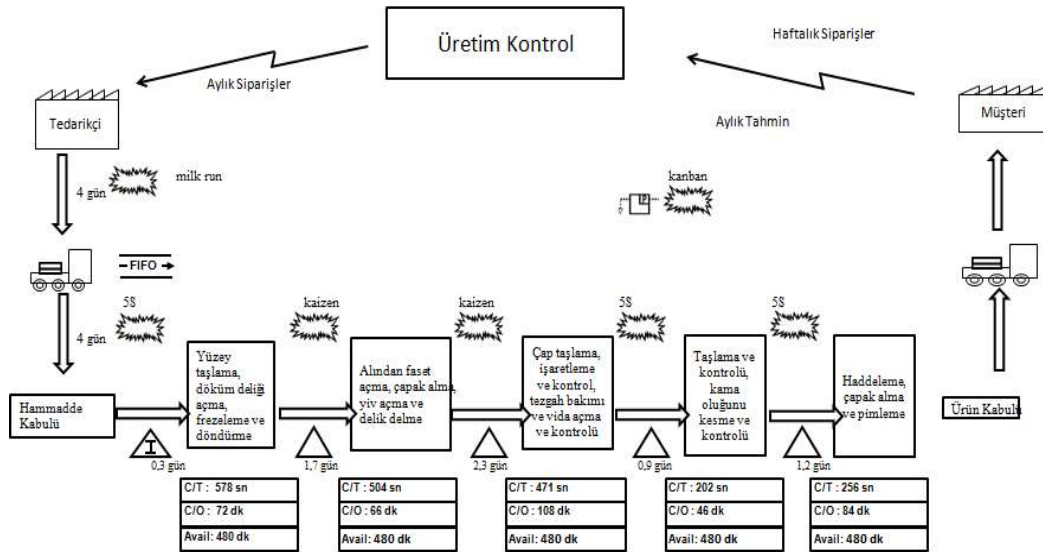
Daha sonra Eşitlik 3 ile Eşitlik 13 arasındaki formüller kullanılarak elde edilen problemlerin önem ağırlıkları Tablo 6'daki gibidir:

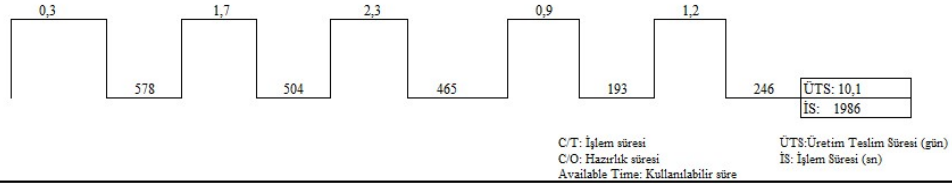
Tablo 6: Problemlerin Önem Ağırlıkları

Problemler	Önem Ağırlıkları
K1	0,0375
K2	0,0723
K3	0,1268
K4	0,1440
K5	0,1536
K6	0,0650
K7	0,0384
K8	0,1882
K9	0,0649
K10	0,1093

Buna göre 8.problem olan Süreç faaliyetleri arası beklemlerin olması en önemli problem olarak görülmektedir. Bu problemi 5.problem olan Tedarikçilerden malzeme alımının uzun sürmesi izlemektedir. Bu iki problemi 4.problem olan Depodaki kontrol işleminin uzaması takip etmiştir.

Mevcut değer akış haritalamadan ve bulanık AHP yönteminin uygulanmasından sonra gelecek değer akış haritalama ortaya konmuştur (Şekil 3).





Şekil 3. Krank Mili Üretimi İçin Gelecek Değer Akış Haritalama

İşlem Süresi=578+504+465+193+246=1986 saniye

Üretim Teslim (Akış) Süresi=4+0,3+1,7+2,3+0,9+1,2=10,1 gün

$$2. Durum Süreç Oranı = \frac{1986}{10,1} = 196,63$$

$$\text{Başarı Oranı} = \frac{2. Durum Süreç Oranı}{1. Durum Süreç Oranı} = 3,33$$

İşlem süreleri, hazırlık süreleri ve envantere göre incelenmiştir. Koordinasyon eksikliğinden dolayı 3 haftalık stokla çalışma yapılıyordu. Milkrun sistemi olarak ta bilinen sistemle her bir tedarikçiden malzemelerin bir anda gelmesi yerine üreticinin alım için tedarikçilerinden rotasına göre sırasıyla günlük olarak malzemeyi tedariki gerçekleştirilmiştir. Böylece 3 hafta yerine 4 günde tedarik sağlanmıştır. Hammadde kabulünde 5S sistemiyle ürün etiketlerinin daha anlaşılır ve gereksiz fazlalıkların giderilmesiyle hammadde kabulü 11 gün yerine 4 güne inmiştir. Üretimde sadece krank mili değil birçok otomotiv yedek parça üretimi olduğundan stoklar arasında FIFO uygulanarak her bir adım arası beklemler ciddi oranda azalmıştır. Pacemaker diye de kullanılan diğer süreçler için hattın çizelgelenmesi acil olan işler ve işlerin kapasitesi göz önüne alarak işlemler sıralanmıştır. FIFO sayesinde kanban sisteminin kullanılması da sağlanmıştır. Aciliyeti olan diğer ürünlerin de üretilmesi nedeniyle tamamen faaliyetler arası beklemler sıfırlanamamıştır. 3. ve 4.adımlarda 5S uygulaması ile taşıma yapılan yerlerde düzenlik sağlanarak işlem süreleri kısaltılmıştır. Arada stokların beklememesi için ilgili faaliyet için etkin kişiler çalışması sağlanmıştır. Böylece faaliyet süreleri de azalmıştır. Stok seviyesinin azalması nedeniyle üretim teslim süresi ve işlem süresini de kısaltmaktadır. İşlem süresini üretim teslim tarihine bölerek elde edilen süreç oranının da yükselmesini sağlamaktadır. 2.durumda yani gelecek durum için değer akış haritalama değeri birincinin yüzde 333 katına çıkmıştır.

## 5. SONUÇ

Yapılan çalışmada otomotiv yan sanayi firmasında krank mili üretiminde yalın üretim tekniklerinden biri olan ve süreç iyileştirme yöntemi olarak ta görülen değer akış haritalama yöntemiyle uygulama gerçekleştirilmiştir. Ürünün işlem adımlarını bütünsel bir açıdan görsel şekilde sunduğu için iyileştirme yapılması daha kolay olmuştur. Bu çalışmada bulanık AHP yöntemi uygulanarak, yaşanan problemlerin önceliklendirilmesiyle bu alanda iyileştirmeler için eldeki kaynakların etkin kullanımı amaçlanmıştır. En önemli üç problem olarak 8.problem Süreç faaliyetleri arası beklemlerin olması, 5.problem olan Tedarikçilerden malzeme alımının uzun sürmesi ve 4.problem olan Depodaki kontrol işleminin uzaması takip etmiştir. Burada milkrun ile tedarikçilerden hammaddenin bir anda gelmesi yerine tedarikçilerden fabrikanın günlük olarak rotalanmış bir şekilde hammaddelerin almasıyla tedarik süresi ve üretime alma süresi kısaltılmıştır. Çizelgeleme yeniden yapıp FIFO yapılarak ve tek parça akışı uygulanarak ara beklemlerin ve ara stokların kısmen önüne geçilmiştir. Depolama için



taşıma işleminin yapıldığı alanda 5S, çalışanların rotasyonu ve çizelgeleme, faaliyetler için kaizen işlemleri yapılarak iyileştirmeler yürütülmüştür. Dolayısıyla bu da üretimde işlem ve özellikle de akış süresini kısaltmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda, değerlendirme için bulanık AHP yönteminin alternatifi olan çok kriterli karar verme yöntemlerine başvurulabilir. Burada belirlenen ağırlıklar mevcut değer akış haritalamaya ilişkin durumu yansıtmaktadır. Dolayısıyla farklı bir süreci yansıtan mevcut değer akış haritalama durumuna göre ağırlıklar değişiklik göstermelidir. Bu çalışmada uygulanan değer akış haritalamayla ilgili olarak diğer adımlarda da farklı iyileştirmeler yapılarak akış süresi ve işlem süresi kısaltılarak süreç oranı arttırılabilir. Örneğin kalıp değiştirme için süreleri azaltmak için SMED yöntemi uygulanabilir. Ayrıca üretimde hücreli imalat sistemi yapılarak verimlilik artırılabilir. Böylece daha verimli bir yapı sağlanabilir. Ayrıca, süreç adımları daha ayrıntılı hale getirilebilir. Bu sayede iyileştirmeler daha da çoğalabilir. Bunlara ek olarak, toplam ekipman etkinliği de hesaplanarak çalışma genişletilebilir. Değişik süreç iyileştirme çalışmaları da çalışmayı zenginleştirmek ve daha iyi sonuçlar elde etmek için kullanılabilir. Farklı endüstrilerde ve ürünlerde bu uygulamalar uygulanabilir.

### KAYNAKÇA

- Ar, R. ve Al-Ashraf, M. (2012). Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. *Procedia Engineering*, 41, 1727-1734.
- Aydın, H. (2009). Yalın Üretim Sistemi, Değer Akış Haritalama Yöntemi ve Yalın Üretim Sisteminin Çalışanlara Etkileri. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 253, İstanbul.
- Ballard, G. (2001, August). Cycle Time Reduction In Home Building. In-Proceedings of the 9th Annual Conference of the International Group for lean construction, 06-08 Haziran 2001, Singapur.
- Blackstone, J. H. ve Cox, J. F. (2005). *APICS Dictionary (11E)*. APIACS: VA.
- Braglia, M., Frosolini, M. ve Zammori, F. (2009). Uncertainty in Value Stream Mapping Analysis, *International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management*. 12(6), 435-453.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95, 649-655.
- Chen, J. C. ve Cox, R. A. (2012). Value Stream Management for Lean Office-A Case Study. *American Journal of Industrial and Business Management*, 2, 17-29.
- Duggan, K. J. (2002). *Creating Mixed Model in Value Streams*. Productivity Press, New York.
- Ergüneş, E. (2014). Gemi İnşaatında Yalın Üretim ve Değer Akış Haritalaması, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 62, Gebze.
- Fernandez-Solis, J. L. ve Rybkowski, Z. K. (2012). A Theory of Waste and Value. *International Journal of Construction Project Management*, 4, 89-105.
- Fontanini, P. S. ve Picchi, F. A. (2004). Value stream macro mapping—a case study of aluminum windows for construction supply chain. In *Twelfth Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC 12)* 576-587.
- Gurumurthy, A. ve Kodali R. (2011). Design of Lean Manufacturing Systems Using Value Stream Mapping with Simulation: A Case Study, *Journal of Manufacturing Technology Management*. 22(4), 444-473.
- Hines, P. ve Rich, N. (1997). The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46-64.

- Hines, P., Rich, N., Bicheno, J. Brunt, D., Taylor, D., Butterworth, C. ve Sullivan, J. (1998) Value Stream Management, The International Journal of Logistics Management, 9(1), 25-42.
- Kennedy, A. ve Huntzinger, J. F. (2005). Lean Accounting: Measuring and Managing The Value Stream. Cost Management, 19(5), 31-38.
- Monden, Y. (2011). Toyota Production System: An Integrated Approach To Just-In-Time. Boca Raton: CRC Press.
- Ohno, T. (1988). Toyota Production System: Beyond Large Scale Production. Productivity Press: New York
- Özveri, O. ve Güçlü, P. (2015). Değer Akış Haritalamada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Uygulanması. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 7(1), 1-12.
- Rosentrater, K. A. ve Balamuralikrishna, R. (2006). Value Stream Mapping – A Tool for Engineering and Technology Education and Practice. Proceedings of the 2006 ASEE IL/IN Conference, Fort Wayne, IN, USA.
- Rother, M. ve Shook, J. (1999). Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. Lean Enterprise Institute Brookline: MA.
- Rother, M. ve Shook, J. (2009). Learning to See, Lean Enterprise Institute, Cambridge/USA.
- Saaty, T.L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill.
- Singh, B., Garg, S. K. ve Sharma, S. K. (2009). Lean can be A Survival Strategy During Recessionary Times. International Journal of Productivity and Performance Measurement, 58(8), 803-808.
- Tommelein, I.D. ve Weissenberger, M. (1999). More Just-In-Time: Location of Buffers in Structural Steel Supply and Construction Processes. Proceedings IGLC-7, 26-28 July 1999, University of California, Berkeley, CA, USA.