



POLİTEKNİK DERGİSİ

*JOURNAL of POLYTECHNIC*

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



# Otomotiv sektöründeki bir üretim tesisindeki montaj hattına kaizen metodolojisinin uygulanması

## *Application of methodology of kaizen in assembly line in a production facility in automotive sector*

*Yazar(lar) (Author(s)):* Sevilay USLU DİVANOĞLU<sup>1</sup>, Ülge TAŞ<sup>2</sup>, Ender PAK<sup>3</sup>

*ORCID<sup>1</sup>:* 0000-0001-8210-2622

*ORCID<sup>2</sup>:* 0000-0002-2376-3735

*ORCID<sup>3</sup>:* 0000-0003-4309-0811

**Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article):** Uslu Divanoğlu S., Taş Ü. ve Pak E., “Otomotiv sektöründeki bir üretim tesisindeki montaj hattına kaizen metodolojisinin uygulanması”, *Politeknik Dergisi*, 24(4):1533-1541,(2021).

**Erişim linki (To link to this article):** <http://dergipark.org.tr/politeknik/archive>

**DOI:** 10.2339/politeknik.785696

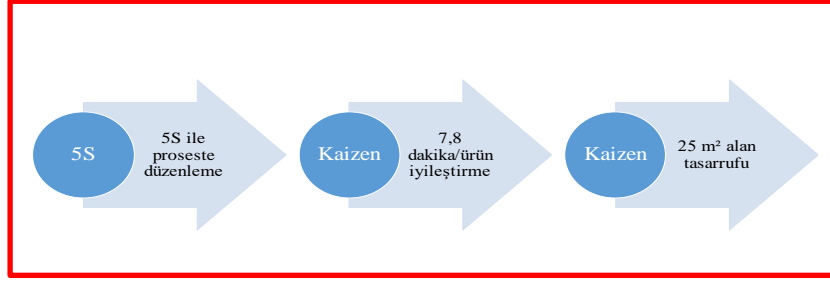
# Otomotiv Sektöründeki Bir Üretim Tesisindeki Montaj Hattına Kaizen Metodolojisinin Uygulanması

## Application of Methodology of Kaizen in Assembly Line in a Production Facility in Automotive Sector

### Önemli noktalar (Highlights)

- ❖ Kaizen metodolojisi ile verimliliğin artırılması. / (Increasing efficiency with Kaizen methodology.)

### Grafik Özet (Graphical Abstract)



**Şekil.** Montaj Hattına Kaizen Metodolojisinin Uygulanması / **Figure.** Application of Methodology of Kaizen in Assembly Line

### Amaç (Aim)

Bu çalışmada Kaizen metodolojisinin, otomotiv endüstrisinde montaj prosesi için kalitenin iyileştirilmesine yönelik bir vaka çalışması yoluyla uygulanması amaçlanmaktadır. / (This paper purpose the Kaizen methodology through a case study for the improvement of quality in the automotive industry for assembly processes.)

### Tasarım ve Yöntem (Design & Methodology)

Bu araştırmada, otomotiv endüstrisinde Kaizen metodolojisinin uygulanması ile bir vaka çalışması yapılacaktır. Vaka çalışması ile Kaizen metodolojisinin verimliliği artırmada uygun bir kalite aracı olup olmadığı ölçülecektir. / (The case study will measure Kaizen methodology is a suitable quality tool or not for increasing productivity.)

### Özgünlük (Originality)

Uygulama alanı gün geçtikçe yaygınlaşan Kaizen'e ait özellikle yalın iyileştirme çalışmalarıyla ölçülen kazanımların gösterildiği bilimsel raporlara çok fazla rastlanamamıştır. (Scientific reports of Kaizen, whose application area has become widespread day by day, showing the gains measured by lean improvement studies, have not been found much.)

### Bulgular (Findings)

Kaizen çalışması sonucunda, çeşitli montaj kolaylıklarının sağlanması ile birlikte, çalışanların yürüme yollarının da azaltılması ile her ürün için 7,8 dakika işçilik zamanından tasarruf edilmiştir. Zaman tasarruflarından elde edilen maliyet düşüşünün yanı sıra toplamda 25 m<sup>2</sup> imalat alanlarında yer boşaltılarak alan tasarrufu sağlanmıştır. / As a result of the Kaizen study, 7,8 minutes of labor time was saved for each product by providing various assembly facilities and reducing the walking paths of the employees. In addition to the cost reduction achieved from time savings, space was saved by freeing up a total of 25 m<sup>2</sup> of production areas.

### Sonuç (Conclusion)

Elde edilen sonuçlara bakıldığında, Kaizen metodolojisi ile daha verimli ve dengeli bir proseste çalışma olanağı sağlanabileceği görülmüştür. / Considering the results obtained, it is seen that the Kaizen methodology can provide the opportunity to work in a more efficient and balanced process.

### Etik Standartların Beyanı (Declaration of Ethical Standards)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler. / The author(s) of this article declare that the materials and methods used in this study do not require ethical committee permission and/or legal-special permission.

# Otomotiv Sektöründeki Bir Üretim Tesisindeki Montaj Hattına Kaizen Metodolojisinin Uygulanması

*Araştırma Makalesi / Research Article*

Sevilay USLU DİVANOĞLU<sup>1</sup>, Ülge TAŞ<sup>2\*</sup>, Ender PAK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Aksaray Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup>Mühendislik Fakültesi, Endüstri Müh. Bölümü, Aksaray Üniversitesi, Türkiye

<sup>3</sup>Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme ABD, Aksaray Üniversitesi, Türkiye

(Geliş/Received : 26.08.2020 ; Kabul/Accepted : 03.09.2020 ; Erken Görünüm/Early View : 21.09.2020)

## ÖZ

Yalın üretim, ürünün veya hizmetin oluşumunda, ürüne katma değer yaratmayan tüm iş adımlarının ve faaliyetlerin elimine edilmesini temel felsefe olarak benimsemiştir. Süreç içerisinde ürüne veya hizmete değer katmayan her iş adımını israf olarak değerlendiren yalın üretim, müşterinin ürünü veya hizmeti satın alırken para ödemediği tüm prosesleri sadeleştirmeye ve arındırmaya odaklanmaktadır. Minimum kaynakla, olabilecek en kısa sürede, hatasız, kaliteli ve standart iş adımlarıyla en uygun üretime veya hizmete ulaşabilmek için yalın üretim felsefinin temel yapı taşlarından olan Kaizen, işletmelerin tüm süreçlerini iyileştirme amaçlı yaklaşımlarının önemli bir parçası haline gelmiştir. Kaizen felsefesinin temelinde kayıp ve israfların önlenmesi ve süreçlerin standartlaştırılması bulunmaktadır. Kaizen'in uygulama esasları ve uygulanırken dikkat edilmesi gereken hususlar ile ilgili dikkat çekici bir uygulama eksikliği olduğu düşünülmüş ve bu eksikliği gidermek amaçlı bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, belirli bir çevrim zamanında seri üretim yapan bir otomotiv firmasında gerçekleştirilen bir Kaizen uygulaması detaylıca incelenmiştir. Bu Kaizen etkinliğinin uygulanması, süreç iyileştirme için kullanılan veri ve tekniklerle birlikte detaylandırılmıştır. Çalışmanın, araştırmacılara pratik anlamda Kaizen çalışma sistematığının, kültürünün ve disiplininin nasıl kurulabileceğini göstermesi hedeflenmiştir. Tüm bu faydaların yanı sıra, farklı üretim veya hizmet bölgelerinde uygulama esaslarına dair ipuçları sunması, yön vermesi ve literatürdeki uygulama alanındaki eksikliğin doldurulması da düşünülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** İsraf, verimlilik, yalın üretim, 5S.

## Application of Methodology of Kaizen in Assembly Line in a Production Facility in Automotive Sector

### ABSTRACT

Lean production has adopted the elimination of all business steps and activities that do not add value to the product as its basic philosophy in the formation of the product or service. Lean production, which considers every work step that does not add value to the product or service in the process as waste, focuses on simplifying and purifying all processes where the customer does not pay money when purchasing the product or service. Kaizen, which forms the basis of lean manufacturing philosophy to be able to catch the most cost-efficient production or service with the minimum source, zero failure, highest quality and the standard work steps as soon as possible. Culture of Kaizen has become one of the basic cornerstone of the enterprises in this sense. The prevention methods from losses and standardization of the processes stay at the core of the Kaizen philosophy. It has been considered that there is a remarkable lack of application regarding the application principles of Kaizen and the issues to be considered while applying. An application study has been carried out to overcome this deficiency. In this study, a Kaizen application carried out in an automotive company producing mass production at a certain cycle time is examined in detail. The implementation of this Kaizen event is detailed along with the data and techniques used for process improvement. The study is aimed to show the researchers how to build Kaizen study systematic, culture and discipline in a practical sense. In addition to all these benefits, it is also thought to offer clues about the principles of application in different production or service areas, give direction and fill the deficiency in the field of application in the literature.

**Keywords:** Waste, productivity, lean production, 5S.

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Globalleşen ve rekabetin her gün önem kazandığı dünyada, ürünün kalitesi ve maliyeti müşteriler için ürün güvenilirliği anlamında en ön sıralarda yer almaktadır. Üretim işletmelerinin veya hizmet sağlayıcılarının ve özellikle otomotiv ana ve yan sanayisi gibi seri üretim

işletmelerinde odaklanması gereken konular arasında, üretimin her aşamasında ürüne katma değer katan faaliyetlere odaklanması ve katma değersiz tüm faaliyetlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Katma değersiz tüm faaliyetler israf olarak tanımlanmaktadır [1]. İsraf her yerde olmasına rağmen, israfa karşı işletmelerin en güçlü silahı ise yalın üretdir. Her zaman kullanımında en basitini talep eden başka bir deyişle yalını arayan, müşterilerin tam olarak ne istediğini anlamamızı sağlayan yalın üretim, daha az iş

\*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)  
e-posta : ulge.tas@aksaray.edu.tr

gücü, daha az ekipman, daha az zaman, daha az alan ve daha az enerji önerdiği için müşterinin tam olarak aradığına giden adımlar serisidir [2]. Yalın üretim, globalleşen rekabet piyasalarında işletmelerin yok olmama adına geliştirdikleri bir yönetim felsefesidir [3]. Yalın üretim, müşterinin gözünden süreçlere bakmayı ve değerlendirmeyi zorunlu kılar. Amaç, israfların ortadan kaldırılması ve diğer taraftan da verimliliğin artırılmasıdır [4].

Yalın üretim çerçevesinde, üretim süreçlerinin hızlandırılması, kayıpların önüne geçilerek maliyetlerin düşürülmesi ve verimliliğin artırılması için kullanılan önemli enstrümanlardan birisi olan Kaizen felsefesinin ve kültürünün işletmedeki herkes tarafından bilinmesi, benimsenmesi ve uygulanması, işletme içerisinde yaşanan israfları ortadan kaldırmakla kalmaz, müşterilerin gerçek beklentilerini karşılama yolunda gerekli adımların atılmasını sağlar. Kaizen felsefesi sayesinde, işletmedeki tüm faaliyetlere olan yaklaşımlar, kusursuz süreçlere doğru evrilmektedir.

Bir işletmede yalın üretim felsefelerini uygulamanın çeşitli yolları vardır. Kaizen, otomotiv sektörü için kaliteden ödün vermemeyi sağlayan ve aynı zamanda sürekli iyileştirme ve yönetim kültürünü değiştiren dinamikler sağlayan hızlı ve kapsamlı bir kalite sürecidir. Küçük ve sürekli iyileştirmeler olarak bilinen Kaizen uygulamaları genellikle literatürde üretim hatlarında detaylı uygulama yapılmadan kavramsal anlatımlı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada Kaizen metodolojisinin, otomotiv endüstrisinde montaj prosesi için israfın önlenmesiyle kalitenin iyileştirilmesi yönelik bir vaka çalışması yapılması amaçlanmaktadır.

## 2. KAIZEN METODOLOJİSİ (KAIZEN METHODOLOGY)

Yalın üretim; müşterinin taleplerini, isteklerinin daha ötesinde, daha az insan gayretiyle, daha az donanım, daha az zamanda ve daha küçük alanda gerçekleştirilmesidir [2]. Yalın üretimin amacı; yalın bir örgüte, yalın bir değer zincirine ulaşmaktır. Yalın üretimin bir aracı olan Kaizen, Japonca bir kelime olan Kai=değişim, Zen=daha iyi anlamına gelen iki ayrı kelimenin birleşiminden oluşmakta ve sürekli daha iyiye anlamına gelmektedir [5]. Kaizen; bir amaç doğrultusunda iyileşmeler, bütünü ya da kullanılan bir metodun değiştirilmesidir. Kaizen; tüm çalışanların katılımıyla yöneticilerden işçilere, sürekli iyileştirme faaliyeti olarak tanımlanmaktadır. Mevcut durum yeterli görülmeyip sürekli iyileştirilmelidir. Kaizen de bunun ilacıdır [1]. Kaizen, sonuçları hemen ortaya çıkan bir teknik değildir, faaliyetlerin küçük adımlarla sürekli olarak iyileştirilmesi çabalarıdır [6]. Kaizen uygulamasında en önemli konu iyileştirilecek olan alanın tespiti ve çalışanların katılımındaki katma değerli fikirleridir. Kaizen "en iyi, iyinin düşmanıdır" felsefesidir [7]. İyileştirme için başlangıç noktası, darboğazların fark edilmesidir. Mevcut durumun yetersizliği fark edildikçe iyileştirme gereksiniminin ortaya çıkması kaçınılmazdır.

Kaizen'e başlamadan önce ilk aşama yalın düşünce tekniklerinden 5S, adını kendisini oluşturan Japonca kelimelerin baş harflerinden almaktadır. Bunlar; seiri=sınıflandırma, seiton=düzen, seison=temizlik, seiketsu=standartlaşma ve shitsuke=disiplin [1-8-9] çalışmasının yapılmasıdır. 5S, çalışma alanının temiz, düzenli ve amaca uygun şekilde hazırlanmasını öngören bir yalın üretim metodudur.

Kaizen tekniği ile ilgili literatür incelendiğinde ağırlıklı olarak imalat sektörüne yönelik olduğu söylenebilir. Bu bağlamda; Wickens [10], İngiltere'deki Nissan Motor İmalat Sanayi'nde yaptıkları çalışmada Kaizen'in olumlu katkıları kavramsal olarak açıklamıştır. Sheridan [11], jet motoru üretimi yapan bir işletmede Kaizen tekniği ile yarı mamul kalite oranında %89 artış, üretkenlik oranında %88,5 artış ve üretim alanı ihtiyacında 2000 metrekairelik bir azalma sağlamıştır. Erlandson ve meslektaşları [12], Kaizen tekniklerini yakıt tesisatı montajına uyguladıklarında üretim hızında %80 bir artış, hatalı üretim oranında ise %50'den %1'e düşüş sağlamışlardır. Chen ve meslektaşları [13], Kaizen yaklaşımını küçük bir üretim tesisinde et inceltme makinesinde uygulamışlar ve birim maliyeti %25, üretim alanı ihtiyacını %15 azaltmışlardır. Palmer [14], BAE firmasının depolama sürecinde israfın önlenmesi için Kaizen yaklaşımı ile stok yönetimi tekniğinin uygulanması ile üretim sürelerini 610 saatten 290 saate düşürmüş, yılda 1 milyon doların üzerinde kar elde edildiği ifade etmiştir. Ashmore [15], yaptığı uygulamada Kaizen tekniğinin uygulanmasından sonra, satışların %69, kârında %54 arttığını ifade etmiştir. Dehghan ve meslektaşları [16], bir işletmede uyguladıkları Kaizen sonrasında; iş istasyonu sayısında %11, içeride dolaşma sürelerinde %11,7 azalma; zamanlarda %16 ve lojistik maliyetlerde ise %53 oranında bir tasarruf sağlamışlardır. Utari [17], Kaizen uygulaması ile üretim maliyetlerinin ve reddedilen ürünlerin azalmasında önerilerde bulunmuştur. Saleh ve meslektaşları [18], üretimde maliyetleri azaltmak için üç tür maliyetleme olarak; (a) faaliyet tabanlı maliyetleme, (b) hedef maliyetleme, (c) Kaizen maliyetlemeyi tanımlamışlardır. Sarı [19], hidrolik sistemlere valf ve komponentler üreten bir işletmede yaptığı bir uygulamada ortalama %10'luk bir iyileştirme ile 5.300 € kazanç sağlamıştır.

## 3. YÖNTEM (METHOD)

Araştırma, vaka çalışması yöntemi uygulanarak yalın üretim tekniklerinden biri olan Kaizen ile verimliliğin nasıl artırılacağına dair otomotiv sektör liderlerinden bir ana sanayiye yapılacaktır. Bu çalışmada ABC adıyla adlandırılacak olan firmada uygulama gerçekleştirilmiştir. Ele alınan firma, Aksaray'da kurulmuş ve otomotiv sektörünün önde gelen Orijinal Ürün Üreticisi (OEM) olarak sektörde yer almıştır. Uluslararası pazarda faaliyet gösteren firma lider bir üretici konumundadır. Vaka analizi bir noktaya odaklanan ve bu noktayı derinlemesine inceleyerek

konunun çok disiplinli kavranmasına yardımcı olan bir araştırma yaklaşımıdır [20]. Yin'e göre [21], detaylı ve derinlemesine konuları belli çerçevede tanımlamak, incelemek ve açıklamak amacıyla vaka analizi yaklaşımı kullanılmaktadır. Bu çalışmada gerçekleştirilen vaka analizi, bir üretim prosesinin montaj hattında gözlem, belge ve beyin fırtınası çalışmalarında farklı departmanlardan gelen çalışanlardan grup görüşmeleri yoluyla veri toplanmış, tüm bu veriler analiz edilerek ve yorumlanarak çıktılar raporlanmıştır. Araştırmanın odak noktası şirkete kaizen kültürünü uygulama sürecidir.

Çalışmada montaj hattını dengelemek, kısmi iyileştirmeler yapmak için 5S ve Kaizen tekniklerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın aşamaları; alan seçme, veri toplama, veri analizi ve analiz sonuçlarını yorumlama şeklinde olacaktır [20]. Vaka alanı belli bir çevrim zamanında seri üretim yapılan montaj hattı prosesi olarak belirlenmiştir. Seri üretim sırasında veriler kaizen ekibi tarafından beyin fırtınası toplantıları ile ekibin montaj prosesine periyodik olarak giderek gözlem ve belgelerle veri toplanması ile ve bunların sonucuna göre çalışma raporlanmıştır.

#### 4. BULGULAR (CASE STUDY)

Uygulama, üretim hattının montaj istasyonunda gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, Kaizen uygulanacak alan seçilirken; ürün tiplerine bağlı darboğazlar incelenmiş, montaj hattındaki işgücünde iş yüklerinin dengeli olmaması darboğazı ön plana çıkarmıştır. Ekiple yapılan beyin fırtınası toplantıları sonucunda, darboğaz oluşumunun nedenleri; takt zamanlarındaki (çevrim süresi) sorunlar, iş yükü dengelenmesindeki problemler, yöneticilerin / çalışanların önerisi, kayıplara ve iş güvenliğinin bozulmasına neden olan tertip düzen eksikliği olarak belirlenmiştir.

Montaj prosesindeki uygulama bir Kaizen eğitmeni olan ana montaj hattının yöneticisi önderliğinde gerçekleşmiştir. Ekibin diğer üyeleri ise çeşitli bölümlerden gönüllü olarak seçilmiştir. 11 kişilik bu Kaizen ekibi, beş iş günü boyunca tamamen Kaizen çalışmasında görev almış ve kendi bölümlerindeki rutin işleri askıya almışlardır. Farklı bölüm çalışanlarından ekip oluşturulmasının temel nedeni ise işletme körlüğünün önlenerek, "işletmede rutinde kullanılan yöntem ve uygulamaların, iş başında oluşabilecek risklerin" çalışanlar tarafından algılanamaması sorununun önüne geçmektir. Ekip beyin fırtınası görüşmeleri ile beş gün boyunca mesai saatleri içerisinde bir araya gelmiş, bu görüşmeler ekip tarafından sürekli kayıt altında tutulmuştur. Çalışmanın sonucunda ulaşılmak istenen hedefler; kayıpların giderilmesi, verimliliğin artırılması, iş akışının iyileştirilmesi, zaman ve alan tasarrufu, 5S çalışmaları, iş güvenliğinin iyileştirilmesi şeklinde listelenmiştir. Kaizen ekibi ile çalışma sistematığı aşağıdaki yol haritası izlenerek yapılmıştır:

- Ana montaj hattındaki personele alanda Kaizen çalışması yapılacağına dair bilgilendirme

yapılmış, eğitim verilmiş, operatörlerin çalışma alanlarına saygılı olunacağı ve her zamanki rutin işlerini yapmaları beklentisi vurgulanmıştır.

- Kayıp (Muda) analizi yapılmıştır.
- Mevcut durumun zaman ve spagetti diyagramları çizilmiştir.
- Kaizen sonrası zaman ve spagetti diyagramları çizilmiştir.
- Veriler, tüm ekibin görebilmesi ve inceleyebilmesi için A0 boyutunda kağıtlara elle çizilmiştir.
- Çevrim zaman analizleri yapılmıştır.
- Montaj için gerekli parça toplama listesi hazırlanmıştır.
- Kaizen sonrası alan analizi yapılmıştır.
- İyileştirme çalışmaları uygulanmıştır.
- 5S faaliyetleri ile tertip ve düzen sağlanmıştır.
- 5S sonrası yapılabilecek iyileştirmeler uygulanmıştır.
- Beş günlük süre tüm iyileştirmeler için yeterli olmadığı için Kaizen sonrasında yapılması gereken iyileştirmeler "Kaizen Gazetesi" çıkarılarak ilgili birimlere gönderilmiştir.
- Yapılan uygulama sonucunda kazanımların listesi oluşturulmuş ve bunların nicel olarak değerleri hesaplanmış, tasarruf miktarı üst yönetime raporlanmıştır.

Kaizen ekip lideri başlarında olmak üzere, çalıştay katılımcılarının tamamının katılımı ile yaklaşık bir saat süren kayıp analizi (muda) sonunda eğitmen, muda analizini herkesin görebileceği bir şekilde bir panoya yazmış ve her tespit için katılımcıların fikirleri ile bir önlemi hızlıca belirlemiş ve ekip görev dağılımını hızlıca gerçekleştirmiştir. Artık tüm Kaizen ekip çalışanları 5 gün boyunca sürecek ilk görevlendirmelerini almış ve eğitmenin ön gördüğü zaman planına göre bu problemleri ortadan kaldırmak üzere çalışmalara başlamışlardır. Burada önemli konulardan birisi, eğitmenin bu kayıpların giderilmesi için verdiği sürede gerçekçi olabilmesi ve işlerin verilen sürede yapılabilir olmasıdır. Kaizen çalışması esnasında yapılan muda analizleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

**Çizelge 1. Muda Analizi (Waste Analysis)**

No	Muda Analizi
1	Sendung'a göre basılan kartların alındığı yer çok uzak
2	Raflardan indirilen ve band alış sırası gelen şanzumanların bulunması/aranması uzun zaman alıyor.
3	Palet kapagını atmak için çöp arabası yanında forklift elemanının uzun zaman kaybı (bekleme)
4	Şanzman paletleri imalatta fazla yer işgal ediyor.
5	Şanzman paletlerinin imalatta değişim süresi çok uzun, değişim süresince yol kapanyor, bölgede trafik aksiyor.
6	Band besleme forklift elemanı tarafından ambar içerisinde yapmış olduğu arama ve elleçleme uzun zaman alıyor.
7	Şanzman kaldırma aparatı uygun değil
8	Alandaki elektrik panoları korumasız
9	Şanzman kaldırma aparatı uygun değil
10	Alandaki hava tesisatı / bağlantısı imalata uzak
11	Vinç hareketleri çok hassas. Problem yaşanıyor.
12	Bir palette birden fazla variant olduğu için aktarma işlemi ve birleştirme işlemi çok zaman alıyor.

No Muda Analizi	
1	Yürüyüş yollarında uzun süreler mevcut
2	ABS fren içerisindeki hortum düzensiz halde bulunmakta
3	Platform ön montaj aparatı olmadığından sepet üzerinde ön montaj yapılmakta, hasarlanma riski mevcut
4	Eksik parça talepleri lotus yoluyla yapıldığından mal trafiği ve yürüyüş yolu artmaktadır
5	Rüzgarlık ayak ön montaj arabası uygun olmadığından dolayı parçalar düzensiz durmakta ve hasarlanma riski oluşmaktadır.
6	Rüzgarlık ayak ön montaj aparatlarının sehpa bulunmadığından basamak ön montaj aparatı üzerinde montaj yapılmaktadır. Aparat/parça hasar riski mevcuttur.

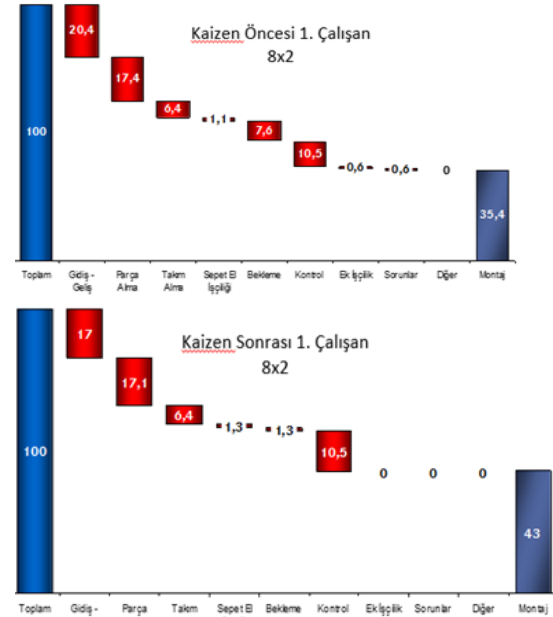
Kaizen çalışmasının ilk gününde gerçekleştirilen muda (kayıp) analizi sonrası ortaya çıkan kayıplar ve önlemler için hazırlanan yapılacaklar listesinde bulunması gereken (a) Konu/görev tarifi; (b) Sorumlu kişi; (c) Zaman planı; (d) Durum. Çizelge 2'de durum görsel olarak ifade edilmiş, yapılacaklar listesi ve sorumlular gösterilmiştir.

**Çizelge 2.** Kaizen'de Planlanan İşler (Scheduled Studies in Kaizen)

No	Konu	Sorumlu	Tarih	Durum
1	Seride kullanılan parçaların ön montaj alanlarına yaklaştırılması	Kaizen ekibi	22 Nisan	●
2	Ön montajda işlem görmeyen parçaların düzenlenmesi		24 Nisan	●
3	Çamurluk parçalarının komisyonu		23 Nisan	○
4	Reklamasyon parçalarının alanda yer kaplamasının önlenmesi		22 Nisan	●
5	Taşıma arabalarının montaj aparatlarına uzak olması		24 Nisan	●
6	Lastik arkası çamurluk ön montaj aparatının ergonomik açıdan kullanım zorluğu		24 Nisan	●
7	Parçaların komisyonlanması		23 Nisan	●
8	Ön montaja ait olmayan gereksiz parçaların ön montaj alanında olması		24 Nisan	●
9	Ön montaj bekleme alanında sepet ve alt parçaların bulunması		22 Nisan	●

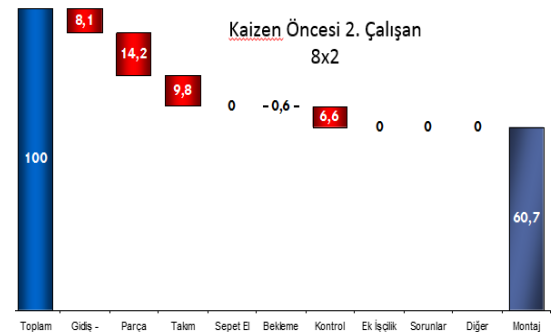
Kaizen esnasında gerçekleştirilen mevcut durum analiz çalışmalarından birisi de spagetti diyagramlarıyla çalışmanın görselleştirilmesidir. Spagetti diyagramları, seri üretim yapılan hatlar ve istasyonlarda, çalışanların bir iş adımını tamamlayabilmeleri için istasyon içerisinde nasıl ve ne tür hareketler yaptığını gösterir. Spagetti diyagramlarını yapabilmek için en az iki kişi çalışması gerekmektedir. Birinci kişinin görevi; ilgili istasyon çalışanın görev tarifinde bulunan tüm iş adımları için, çalışanın istasyon içerisinde yaptığı tüm hareketleri, daha önceden hazırlanan istasyonun kuşbakışı taslak çizimi üzerinde birebir mümkün olduğunda gerçekçi olarak resmetmektir. Spagetti diyagramını çizen görevli, ilgili istasyon çalışanı ile birlikte aynı anda hareket ederek, onun kat ettiği tüm mesafelere eşlik ederek mevcut resmi tamamlar ve bu esnada her bir hareket için çeşitli notlar (mesafe, adım, kayıp vb.) alır veya yanında bulunan ikinci görevli arkadaşına notları aldırır. İkinci görevli arkadaşın birincil görevi, spagetti diyagramını çizen birinci görevlinin çizdiği her adımın zaman etüdünü çıkarmaktır. Bunun dışında ikinci görevli de zaman etüdü esnasında gördüğü kayıpları not alır. Bu çalışma şekli ile hem spagetti diyagramı her bir iş adımı için çizilmiş olur

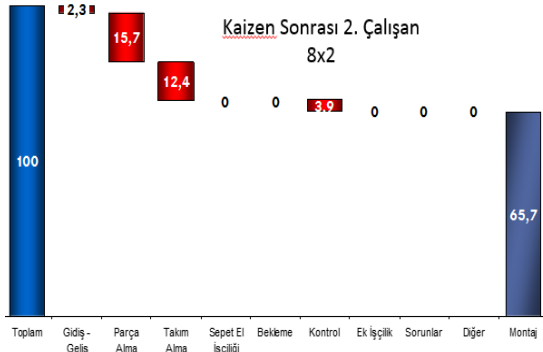
hem de her bir iş adımı için hesaplamalar çıkarılmış olur [22]. Böylece iş adımlarının süreleri, hat veya istasyon dengeleme için kullanıma hazır olacaktır. İstasyonda iyileştirmeler tamamlandıktan sonra, yeni durumunun spagetti diyagramları çizilir ve zaman etütleri yapılır. Bu çalışmada iş adımlarına ve ürün tiplerine yönelik iyileştirmeler öncesi ve sonrası spagetti diyagramları ile birlikte ölçülen iyileştirmeler öncesi ve sonrası zaman etütleri Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Birinci Çalışan Zaman Etütleri-Öncesi ve Sonrası (First Worker Time Studies-Before and After)

Yapılan iyileştirmeler sonucunda, ilgili istasyonun birinci çalışanın çalışma şeklinde belirli değişiklikler öngörülmüş ve gerçekleştirilmiştir. Katma değersiz hareketler elimine edilerek, çalışanın istasyondaki montaj kapsamına harcadığı zaman yaklaşık % 8 artmıştır. Bu artışın karşılığı kayıpların azaltılmasıyla birlikte, mevcut çevrim zamanı içerisinde ürünün montaj süresinden yaklaşık 4,8 dakikalık bir tasarruf sağlanarak, çalışanın ilgili istasyondaki katma değerli faaliyetlerinde bir artış yakalanmıştır.



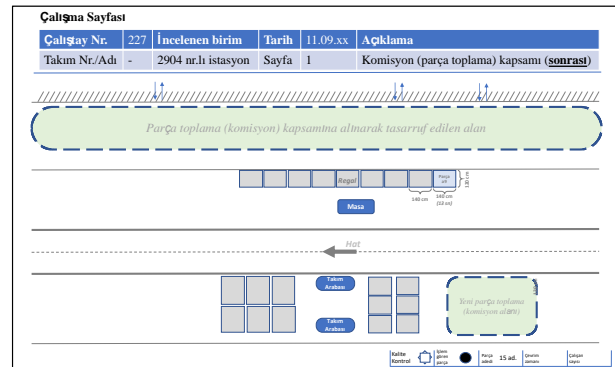
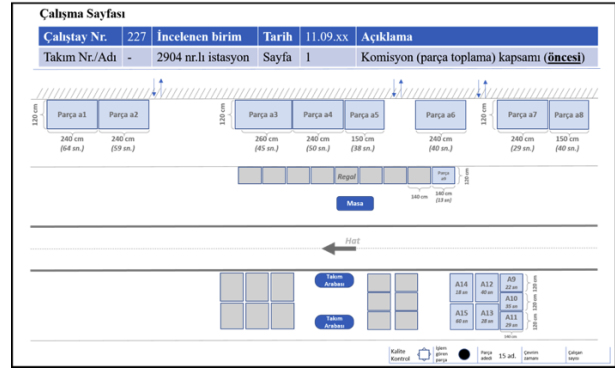


Şekil 2. Birinci Çalışan Zaman Etüdüleri-Öncesi ve Sonrası (First Worker Time Studies-Before and After)

Aynı istasyonda birinci çalışan için yapılan iyileştirmelerin benzerleri ikinci çalışan için de yapılmış ve katma değer sağlamayan tüm hareketler elimine edilmiştir. Çalışanın yürüme yolları kısaltılarak optimize edilmiş ve çalışanın istasyondaki montaj kapsamına harcadığı zaman yaklaşık % 5 artmıştır. Bu artışın karşılığı kayıpların azaltılmasıyla birlikte, mevcut çevrim zamanı içerisinde ürünün montaj süresinden yaklaşık 3 dakikalık bir tasarruf sağlanarak, ikinci çalışanın da ilgili istasyondaki katma değerli faaliyetlerinde bir artış yakalanmıştır.

Tek istasyonda iki çalışan için gerçekleştirilen zaman etütlerinde gösterildiği gibi çeşitli kazanımlar sağlanmıştır. Bu kazanımların sağlanmasında önemli etkenlerden birisi, çeşitli parçaların bir araya toplanarak, çalışanların yürüme yollarının kısaltılması olmuştur. Üretim alanlarını çok yer kaplayan sepetlerden arındırmanın en temel yollarından birisi, sepetlerde bulunan parçaları, ürün bazlı toplayarak çalışanın prosesteki çalışma alanına getirmektir. Üretim alanlarında sadece montaj sırası gelmiş olan parçaların bulunması ve parçaların devamının ambarlardan belirli bir bant alışı sıralamasına göre tam zamanında gelmesi, çalışanları gereksiz ve katma değersiz yürüme yollarından kurtarmakta, parça arama sürelerini düşürmekte ve bu sayede çalışanın asli işi olan montaj süreçlerine yoğunlaşmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmada Kaizen ekibi proseste sepetlerde bulunan parçaların listesini çıkarmış ve bu liste üzerinden toplanabilecek parçaları belirleyip, ambar yönetimi ile mutabakat sağlamışlardır. Bir takım parçaların toplanabilmesi için özel parça toplama arabalarına ihtiyaç duyulur ve işletmede bu tip yardımcı ekipman ve araçların yapılabildiği bir Kaizen atölyesi kurulmuştur. Belirlenen ölçülere göre hızlı bir şekilde çalışma süresi içerisinde bu parça toplama arabaları işletme içerisinde bulunan Kaizen atölyesi tarafından yapılmıştır. Proseslerde yürütülen parça toplama çalışmaları sayesinde; üretimde çeşitli alanlarda tasarruf sağlanmış, montaj işçilerinin çalışma alanları optimize edilmiş ve daha yalın bir hat ortaya çıkarılmıştır. Şekil 3'de Kaizen öncesi ve sonrası durumdaki hattın yalınlığı görselleştirilmiştir.



Şekil 3. Kaizen Proses Görüntüsü-Öncesi ve Sonrası (Kaizen Proses Image-Before and After)

Kaizen sonrasında proseste toplamda 25 metrekarelik bir alan tasarrufu sağlanmış ve yeni gelecek olası ürün tiplerinin sepetleri veya herhangi bir montaj ekipmanı için kazanılan alan, üretim bölümünün kullanımına sunulmuştur. İşletmede gerçekleştirilen Kaizen çalışmasının ilk gününden son gününe kadar tüm çalışma ekibi, hat çalışanları dâhil tertip düzen ile ilgili belirlenen maddeleri çalışıp kapatmak için çalışmışlardır. Montaj hattının ilgili istasyonunda onlarca noktada, 5S felsefesi ile tertip ve düzeni sağlamış, standartlaştırmışlardır. Çalışma esnasında gerçekleştirilen 5S çalışmaları, bir Kaizen için olmazsa olmaz temel unsurlardandır. İstasyon çalışanların iş ortamları daha temiz, daha düzenli ve daha standart bir hal almıştır. 5S kültürünün ve felsefesinin işletme içerisindeki tüm çalışanlara indirgenmiş olması, tertip, düzen ve standartlaştırmanın işletme içerisindeki tüm çalışanlar için bir yaşam tarzı haline getirilebilmesi açısından çok önemlidir. İşletmede çalışanlar, başlarında amirleri olmasa dahi, belirtilen standartlara uymakta ve bu kültürün yaşamasına katkı sağlamaktadır. Bu çalışma süresince, 5S kapsamında gerçekleştirilen zaman tasarrufu da sağlayan parça toplama, tertip düzen ve istasyon iyileştirme çalışmalarının şekillerdeki gibi resmedilmiştir.



**Şekil 4.** Parça Toplama Çalışması Sonrası İstasyonlarda Kazanılan Alanlar (Spaces Gained in Stations After Part Kitting)

Parçaların hatta fazla yer kaplaması sebebi ile sepetlerin cam kenarına konulması ve bunun sonucunda yürüme yollarının arttığı tespit edildi. Parçaların toplanarak gelmesine karar verilerek, çalışan yürüme yollarından Şekil 4'deki gibi tasarruf edilmiştir. Toplam adım sayısı 541 adımdan 220 adıma düşürülmüş ve zaman tasarrufu sağlanmasını sağlamıştır.



**Şekil 5.** Parça Toplama Çalışması Sonrası İstasyonlarda Kazanılan Alanlar (Spaces Gained in Stations After Part Kitting)

Bununla birlikte parçaların proseste sepetler içerisinde ayrı ayrı durmaları yerine bu parçaların araç başı toplanmasının sağlanması sayesinde yaklaşık 25 metrekarelik alan tasarrufu yapılmıştır. Bu sepetler Şekil 5'deki gibi forklift yol güzergâhı üzerinde de olduklarından dolayı, parça sepetlerinin bantlardan uzaklaştırılması sayesinde hatta iş güvenliği yönünde de bir iyileşme sağlanmıştır.



**Şekil 6.** 5S Sonrası İstasyonlarda Yapılan İyileştirmeler (Stations Improvements After 5S Work)

Şekil 6'da alan tasarrufu ve kullanım kolaylığı sağlamak amacıyla, aparat dolabının yeri değiştirilmiştir. Temizlik dolabında bulunan malzemeler, yakında bulunan diğer temizlik dolabına aktarılarak dolap kaldırılarak çalışma alanında yer kazanılmıştır.



**Şekil 7.** 5S Sonrası İstasyonlarda Yapılan İyileştirmeler (Stations Improvements After 5S Work)

Parça raflarının önünde bulunan ve çalışan geçişine engel olan atık malzeme torbaları, kullanılmayan ve ölü alan olarak tabir edilen bölgeye taşındı. Böylece raflara geçiş kolaylaşmış ve çalışma alanı Şekil 7'deki gibi düzenlenmiştir.



**Şekil 8.** 5S Sonrası İstasyonlarda Yapılan İyileştirmeler (Stations Improvements After 5S Work)

Depo taşıma ve montaj tabancası arabası, modifiye edilerek hava filtre bacası ön montaj arabasına dönüştürülmüştür. Hava filtre bacası ön montaj bölgesi, çalışma masasının üzerinden kaldırılmış ve böylece ön montaj alanı Şekil 8'deki gibi montaj noktasına yakınlaştırılmıştır. Bu sayede, çalışma masasının daha verimli kullanım imkânı sunulmuştur.



**Şekil 9.** 5S Sonrası İstasyonlarda Yapılan İyileştirmeler (Stations Improvements After 5S Work)

Rafların işaretli bölgelerinde bulunan ve Kaizen çalışmasının gerçekleştirildiği istasyonda seri olarak kullanılan malzemeler, montaj alanına yakınlaştırılarak, Şekil 9'daki gibi çalışanların daha kısa sürede parçaları temin etmesi sağlanmış, yürüme yolları kısaltılmıştır.





**Şekil 10.** 5S Sonrası İstasyonlarda Yapılan İyileştirmeler (Stations Improvements After 5S Work)

Mevcut durumda Şekil 10'daki gibi çamurluk konsolları üzerine, montajın ilk istasyonunun başında iş kazalarını ve konsolların çizilmesini önlemek amaçlı çalışanlar tarafından konulan koruyucu kılıflar biriktirilerek ilk istasyona kadar elleri ile taşıyıp götürülüyordu. Bu kılıfların döngüsünde çalışan ergonomisini artırmak üzere, kılıf taşıma aracı imal edilip devreye alınmıştır.

İşletmenin montaj istasyonunda 5 gün boyunca gerçekleştirilen Kaizen çalışması sona erdiğinde, birçok iyileştirme "hemen yap" (just do it) felsefesi ile hayata geçirilmiştir. Bazı kapsamların ve iyileştirmelerin uygulamaya alınması çeşitli prosedürler, satın alma ihtiyaçları nedeniyle daha uzun sürebilecek kapsamlar ve bunların yanı sıra hesaplama ve maliyet analizi gerektiren kapsamlar ve stratejik anlamda karar gerektiren vb. kapsamlar ileri tarihlerde yapılmak üzere planlanmıştır. Zaman kısıtı nedeniyle uygulanması kaizen çalışması esnasında gerçekleştirilemeyen kapsamların da işletme için bir getirisi yadsınamayacağından dolayı, kalan çalışmalar için bir Kaizen gazetesi hazırlanır. Kaizen gazetesi yönetime kaizen çalışması sonrasında sunulan yapılacaklar listesidir. Yalın ofis çalışanları tarafından düzenli olarak takip edilerek biten çalışmalar gazeteden kaldırılmaktadır.

Çizelge 3'de gösterilen Kaizen gazetesine yazılan tüm maddeler, belirli periyotlar ile yalın ofis çalışanları tarafından takip edilir ve maddelerin hayata geçirilmesi için ilgili bölümler daima tetiklenir. Tüm açık maddeler kapatılmadan, ilgili Kaizen çalışması tamamlanmamış olur. İşletme yönetimine açık maddeler ile ilgili düzenli bilgi aktarımı da yapılarak, yönetimin ilgisinin de bu yönde her zaman olması sağlanır.

**Çizelge 3.** Kaizen Gazetesi (Kaizen Paper)

No	Kaizen Uygulamasından Sonra Tamamlanacak Hedefler
1	Hava hortumlarının 5901 istasyonunda olduğu gibi yukarıdan gelmesinin sağlanması
2	Yeni komisyon arabasının parçalara uygun şekilde planlanması
3	Çeki demiri montajı için kullanılan havahı tabancanın yetersiz olması nedeniyle yerine şarjlı tabanca kullanılması
4	Çamurluk kolları koruma kılıfları için, 1. ve 6. band arasında döngüyü sağlamak üzere taşıma arabalarının imal edilmesi
5	Komisyon arabalarının iç yüzeyinin sert olmasından dolayı taşıma esnasında titreşim hasarlarının önlenmesi
6	Hidrolik hortum bağlantıları yapılırken yere yağ damlamasını önlemek amacıyla kullanılmak üzere çöp kutusu yapılması

Kaizen çalışması sonucunda, çeşitli montaj kolaylıklarının sağlanması ile birlikte, çalışanların yürüme yollarının da azaltılması ile her ürün için 7,8 dakika işçilik zamanından tasarruf edilmiştir. Zaman tasarruflarından elde edilen maliyet düşüşünün yanı sıra toplamda 25 metrekare de imalat alanlarında yer boşaltılarak alan tasarrufu sağlanmıştır. Çizelge 4'de iyileştirme sonuçları açıklanmıştır.

**Çizelge 4.** Kaizen Sonrasında Sağlanan Tasarruflar (Savings After Kaizen)

İyileştirmeler Sonucu Sağlanan Tasarruf					
Proses	Yıllık Tasarruf Miktarı	Katsayı	İşçilik Ücreti Katsayısı (€)	7,8 Dakikalık İşçi Maliyeti (€)	Yıllık Tasarruf (€)
İşçilik Prosesi	10.000 ürün	10.000 ürün	10 €/saat	1,30 €	13.000 €
Alan Tasarrufu	25 m <sup>2</sup>	500 €	-	-	12.500 €
<b>Toplam</b>					<b>25.500 €</b>

## 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Üretimde iyileştirme çalışmalarının seçilecek tüm yalın üretim teknikleriyle birlikte ilişkilendirilip entegre edilerek kullanılmalarının önemli avantajlar sağlayabileceğini Tyagi vd. [24] çalışmalarında belirtmişlerdir. Bu çalışmada ulaşılan sonuçlar ve bunu destekleyen literatürdeki araştırmalar Kaizen uygulamasının iyileştirme sağlamada israfı önleyen önemli bir kalite aracı olduğunu göstermektedir.

Bir üretim prosesi kapsamında Kaizen ve 5S'in kullanıldığı bir örnek uygulamanın da ele alındığı bu çalışmada gerçekleştirilen 5 günlük Kaizen çalışmasının son gününde, işletmeye maddi tasarruf sağlayan kapsamlar hesaplanmış ve sonuç raporunun son sayfasında gösterilerek kayıt altına alınmıştır. Bu çalışmanın sonucunda hedeflenen; muda analizi, spagetti diyagramı, zaman etüdü, 5S, kayıpların giderilmesi, verimliliğin artırılması, zaman / alan tasarrufu, kalitenin iyileştirilmesi ve iş akışlarının optimize edilerek iyileştirilmesi katma değerli faaliyetler, ilgili istasyonda seri üretim gerçekleştirilirken yapılmıştır. Bu sebeplerden dolayı, bir takım gerçekleştirilmesi zaman alacak kapsamlar için Kaizen Gazetesi çıkarılmış ve işi gerçekleştirecek olan bölüme görev olarak verilmiştir.

Çalışmanın amacına uygun olarak montaj prosesinde hata tanımları yapılmış, israfın önlenerek kalitenin iyileştirilmesine yönelik uygulamalar şu şekilde gerçekleştirilmiştir;

- Bir ürün için 7,8 dakika işçilik israfı önlenerek, toplam 10.000 adet üretilen ürün için 13.000 €/yıllık tasarruf sağlanmıştır.

• İmalat için çok önemli olan alanlardan 25 metrekarelik alan tasarrufu sağlanmış ve bunun işletmeye katkısı 12.500 €/yıllık olarak hesaplanmıştır.

Buna bağlı olarak montaj hattındaki uygulama sonucunda elde edilen işçilik süreleri ve alan tasarrufu iyileştirmesi ile 25.500 €/yıllık tasarruf yapılabileceği belirlenmiştir. Bu çalışma, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir üretim firmasıyla, mevcut teknolojik şartlarla, anlık işçi performansı ve yüzün üzerinde istasyonu bulunan bir işletmede sadece bir istasyonda yapılarak sınırlandırılmıştır. Kaizen çalışma uygulama felsefesinin, aslında yönetimin işçilere kadar bir işletme kültürü olması gerektiğinin vurgulandığı bu çalışmadaki çalışma sistematığının yalın üretim, yalın düşünce ve Kaizen literatürüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Sadece belirli bir sektör ve bir üretim firması ile sınırlandırılan bu çalışma, alanı genişletilerek gelecekteki iyileştirme çalışmalarında, birçok üretim firmasında ya da hizmet sektörü de dâhil olmak üzere birçok farklı sektörde yinelenabilir. Bu çalışmanın, işletmelerdeki israfların engellenmesinde, verimliliğin artırılmasında ve Kaizen kültürünün işletmelerde bir standart haline gelmesine katkı sağlayabileceği de görülmektedir.

#### ETİK STANDARTLARIN BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Bu makalenin yazar(lar)ı çalışmalarında kullandıkları materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel bir izin gerektirmediğini beyan ederler.

#### YAZARLARIN KATKILARI (AUTHORS' CONTRIBUTIONS)

**Sevilay USLU DİVANOĞLU:** Makalenin yazım işlemini gerçekleştirmiştir. / Wrote the manuscript.

**Ülge TAŞ:** Makalenin yazım işlemini gerçekleştirmiş ve sonuçları raporlamıştır.

**Ender PAK:** Verileri toplamış ve sonuçlarını analiz etmiştir.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Imai, M., "*Gemba Kaizen: Sürekli İyileştirmeye Sağduyulu Bir Yaklaşım*", (Çev: Oygur Yamak) Ankara: Nobel Yayın, (2004).
- [2] Womack, J. P., Jones, D.T., "*Lean Thinking: Yalın Düşünce*", (Çev: Oygur Yamak) İstanbul: Optimist Kitap, (2016).
- [3] Woehrle, S. L. and Abou-Shady, L., "Using dynamic value stream mapping and lean accounting box scores to support lean implementation", *American Journal of Business Education*, 3 (8): 67-75, (2010).
- [4] Kimsey, Diane B., "Lean methodology in health care". *AORN Journal*, 92 (1): 53-60, (2010).
- [5] Ertaş, F.C., "İşletmelerde maliyet düşürme yaklaşımı: kaizen (sürekli iyileştirmeye yönelik) maliyetleme yöntemi", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (1): 89-99, (1999).
- [6] Monden, Y. and Hamada, K., "Target costing and kaizen costing in japanese automobile companies". *Journal of Management Accounting Research*, 3: 16-20, (1991).
- [7] Ulakoğlu, C., "Toplam kalite yönetimi ve kaizen felsefesi". *İş- Güç Endüstri İlişkileri ve İnsan Kaynakları Dergisi*, 3 (2), 70. <http://www.isguc.org/?p=article&id=70&cilt=3&sayi=2&yil=2001> (Erişim Tarihi: 10 Ekim 2019).
- [8] Hodge, G.L., Ross, K.G., Joines, J.A. and Thoney, K.A., "Adapting lean manufacturing principles to the textile industry". *Production Planning and Control*, 22(3): 237-247, (2011).
- [9] Salem, O., Solomon, H., Genaidy, A. and Minkarah, I., "Lean construction from theory to implementation". *Journal of Management in Engineering*, 22(4): 168-175, (2006).
- [10] Wickens, P. D., "Production management: japanese and British approaches". *IEE Proceedings Science, Management and Design Discussion Meeting*. 137(1): 52-54, (1990).
- [11] Sheridan, J. H. , "Kaizen blitz". *Industry Week*, 246, (16), 18-27, (1997).
- [12] Erlanson R.F., Noblett M. J. and Phelps J. A., "Impact of poka- yoke device on job performance of individuals with cognitive impairments". *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 6 (3): 269-276, (1998).
- [13] Chen, J. C., Dugger, J. and Hammer B., "A kaizen based approach for cellular manufacturing design: a case study". *The Journal of Technology Studies*, 27 (2), 19-27, (2000).
- [14] Palmer, V. S., "*Inventory Management Kaizen*", Austin, USA, Proceedings of 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology, 55-56, (2001).
- [15] Ashmore, C., "Kaizen and the art of motorcycle manufacture". *Manufacturing Engineer*, 80 (5): 220-222, (2001).
- [16] Dehghan, R., Zohrab, M., Momeni, A. and Hoseini, M., "Continuous improvement approach in the agriculture sector", *Asian Pacific Productivity Conference*, Seul National University, South Korea, (2006).
- [17] Utari, W., "Application of Kaizen Costing as a Tool of Efficiency in Cost of Production at Coca Cola Bottling Indonesia", *Central Sumatra, Indonesia Andalas University Padang*, (2011).
- [18] Saleh, F., Karimi, F., Javanmard, H., "Selecting The Optimum Cost Management Method by FAHP and DOA Technique". *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Istanbul, Turkey, (2012).
- [19] Sarı, E.B., "Otomotiv yan sanayinde kaizen uygulamaları ile üretim alanı problemlerinin çözülmesi". *Sosyal Bilimler Dergisi*, 4 (11): 819-831, (2017).

- [20] Crowe, S., Cresswell, K., Robertson, A., Huby, G., Avery and A. Sheikh, A., "The case study approach". *Medical Research Methodology*, 11: 100, 1-9, (2011).
- [21] Yin, R. K., "*Case Study Research: Design and Method*", 4.Edition. London: Sage Publications Ltd, (2009).
- [22] Kanaganayagam, K., Muthuswamy, S., Damoran, P., "Lean methodologies to improve assembly line efficiency: an industrial application". *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 20 (1): 104-116, (2015).
- [23] Tyagi S., Choudhary A., Cai X. and Yang, K., "Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process". *International Journal of Production Economics*, 160: 202-212, (2015)