Una aplicación de la metodología seis sigma para la optimización de línea de producción de arneses

Manuel Baro-Tijerina[A], Mauricio Estrada-Ruiz[B], Iván García-Garrobo[B]

[A]Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes, Cd. Nuevo Casas Grandes, Chihuahua

[B]Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes, Cd. Nuevo Casas Grandes, Chihuahua

mbaro@itsncg.edu.mx

RESUMEN

La metodología Seis Sigma es ampliamente utilizada en la industria automotriz, debido a que provee de herramientas y métodos, eficientes para la optimización de procesos de manufactura o de servicios. La metodología Seis Sigma fue aplicada para el aumento de la eficiencia en una línea de producción de arneses automotrices, determinando los factores significativos, a través del ciclo DMAIC. También se realizó un contraste de resultados cuantitativos contra las condiciones iniciales, mediante el uso de métodos estadísticos, con el objetivo de inferir en el aumento de la eficiencia de la línea de producción a un nivel de confianza establecido. De acuerdo a los métodos utilizados, se comprueba que la aplicación de la metodología Seis Sigma auxilia en el aumento de la eficiencia en los procesos de producción, reduciendo los desperdicios y utilizando de forma óptima los recursos disponibles.

PALABRAS CLAVE

Seis Sigma, DMAIC, producción, desperdicio, inferencia estadística.

ABSTRACT

Six Sigma is widely used in the automotive industry, since it provides tools and methods to optimize the efficient in manufacturing processes or services. Six Sigma methodology was applied to increase the efficiency of a production line of automotive harnesses, determining the significant factors, through the DMAIC cycle. A contrast of quantitative results against the initial conditions was performed also, by using statistical methods in order to infer the increased efficiency of the production line at a confidence level established. According to the methods performed, the importance of applying Six Sigma in industries is verified, and how by using this methodology it is possible to increase efficiency in production processes, reducing waste and making the company able to use its resources optimally.

KEYWORDS

Six Sigma, DMAIC, production, wasting, statistical inference.

INTRODUCCIÓN

Seis Sigma es una estrategia de negocio y una metodología sistemática, su uso conduce al aumento de la rentabilidad, ya que mejora la calidad del producto de manera cuantitativa y en el servicio, la satisfacción del cliente aumenta.[1] El concepto de la aplicación de seis sigma en procesos fue iniciado en Motorola en la década de 1980 y el objetivo era reducir el número de defectos hasta un mínimo de 3/4 partes por millón de oportunidades.[2] Para la ejecución efectiva de los proyectos seis sigma en las organizaciones, hay que entender los factores críticos de éxito que harán que la aplicación exitosa. [2] Este trabajo presenta los ingredientes clave, que son esenciales para la implementación de seis sigma. [3]

La nomenclatura de seis sigma procede de la letra griega sigma "σ", término utilizado en estadística para identificar la desviación estándar de una población,[4] la cual indica la variación dentro de un conjunto de elementos o población. Este conjunto de elementos debe referirse a los que surgen de la realización de un mismo proceso.[5] Así, en un proceso cualquiera, se encuentra que la distribución de resultados o histograma corresponde aproximadamente con una campana de Gauss (figura 1), donde existen límites superiores e inferiores que indican la zona que cumple las especificaciones de cliente.[6]

Lógicamente, cuanto más alta y centrada sea la distribución de la curva, mayor nivel de confiabilidad podrá alcanzar el proceso, y a la inversa, cuanto más achatada y descentrada, mayor será la probabilidad de defectos puesto que será mayor el área exterior de los límites.[2]

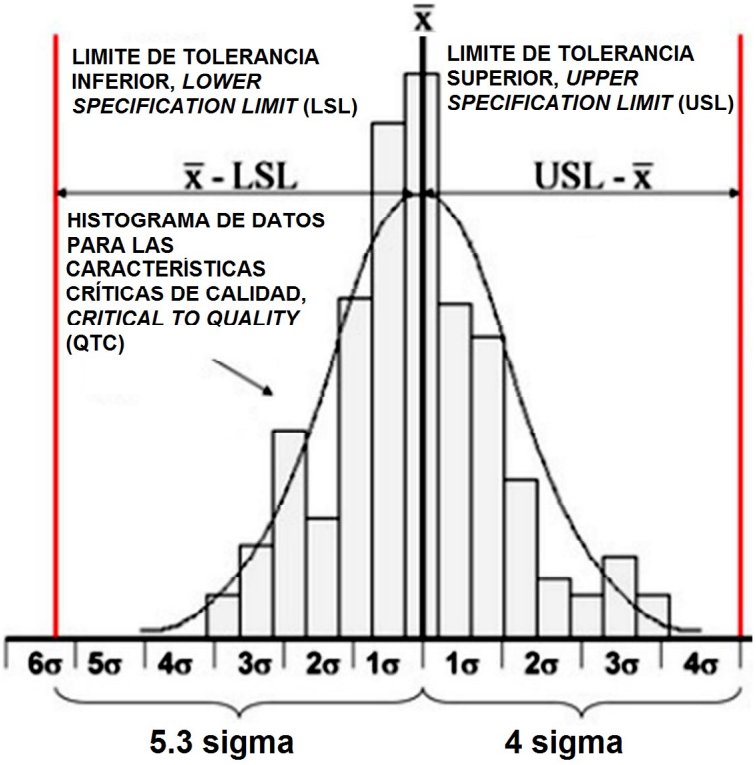

Fig. 1. Nivel sigma con distribución gaussiana.

Por otra parte seis sigma se rige por principios que conforman las bases del comportamiento de una organización, necesarios para una correcta implantación de la filosofía. Estos principios se enumeran a continuación: orientación al cliente, enfoque basado en datos y hechos, fijación en el proceso, trabajo proactivo, colaboración sin fronteras y búsqueda de la perfección.[7]

La metodología seis sigma se basa en cinco fases bien diferenciadas, las cuales son: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (figura 2), lo que se conoce por metodologia DMAIC (Definir, medir, analizar, mejorar y controlar, por sus siglas en inglés).[8]

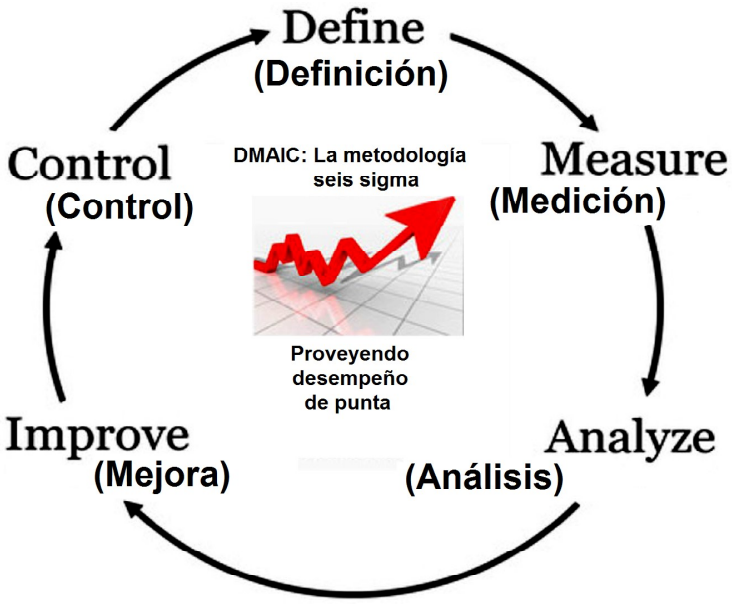

Fig. 2. Ciclo DMAIC.

DEFINICIÓN

Se definen desde el punto de vista del cliente cuales van a ser los objetivos de la implementación de sies sigma, cuál va ser el impacto en la empresa y quienes van a ostentar las responsabilidades. Se establecerá cuál es el propósito de la implementación, cuales son los parámetros de inicio y hasta qué nivel se quiere involucrar al equipo. En esta fase, la dirección revisa una lista de proyectos potenciales seis sigma y selecciona los significativos para la optimización a través de esta metodología.[2].

Ésta es la etapa más importante en el desarrollo del proyecto ya que de ella depende el enfoque que se dará a lo largo de todo su proceso. Las herramientas para su desarrollo son en su mayoría de tipo cualitativo, por lo que su complejidad radica en el conocimiento del proceso y en el mantener claridad en los objetivos.[9]

Este trabajo tiene como objeto el aumento de la eficiencia en la línea de producción 011 de *ForkLift* que trabaja con una amplia gama de modelos, los cuales son clasificados en cinco patrones A, B, C, D y E, contando actualmente con un total de 8 mesas dedicadas al subensamble, donde trabajan siete personas.

Para realizar un análisis de la situación actual y los críticos de calidad se utilizó la herramienta QCD (Quality, Cost & Delivery), la cual permite revisar por separado las partes de un proceso.

Los defectos son medidos por DPH (Defectos por cada 100 arneses producidos), la meta global es de 1.17 DPH para la línea de producción, la figura 3 muestra la cantidad de defectos en porcentaje obtenido mediante el QCD.

Como puede ver, el 89% de los defectos de la línea de producción 011 de *ForkLift* son detectados en el proceso de prueba eléctrica (P-E), lo que se refiere a un total de 134 defectos.

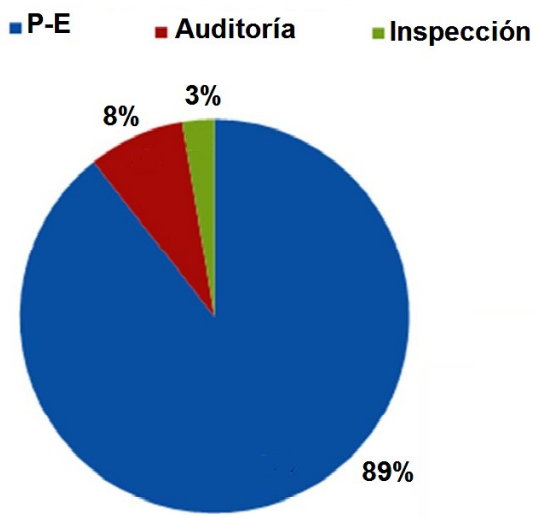

Fig. 3. Porcentaje de defectos por proceso.

MEDICIÓN

En esta etapa se mide la cantidad de defectos de la línea de producción mediante índices de capacidad de proceso (C_p y C_{pk}), que muestran la desviación estándar que está dentro de los límites de especificación del cliente, lo que implica una interpretación fácil del número de defectos y su contrastación en la fase de control.[10]

Índice de Capacidad de Proceso (C_p y C_{pk})

El índice de capacidad de proceso está formulado de manera tal que mide la desviación estándar del proceso está dentro de los límites de especificación del cliente. Cuando se cumple que un proceso es normal y se encuentra bajo control estadístico, la característica de calidad a medir en los elementos fabricados, se espera que se encuentre entre μ-3σ y μ+3σ (99.73%). Por tanto sí seis sigma es menor (o mayor) que el intervalo de las tolerancias a cumplir se tiene:

$$C_p = \frac{USL-LSL}{6\sigma} \tag{1}$$

Por otra parte, el índice C_{pk}, se conoce como índice de capacidad real de proceso, es considerado una versión corregida del C_p que sí toma en cuenta el

centrado del proceso. Existen varias formas equivalentes para calcularlo, una de las más comunes es la siguiente:

$$Cpk = Minimo\left[\frac{\mu - LSL}{3\sigma}\ ,\ \frac{USL-\mu}{3\sigma}\right] \tag{2}$$

Los resultados obtenidos en la aplicación de los índices de capacidad de proceso en la línea de producción son:

C_{pk}: 0.1966

P_{pm}: 274,900

Por lo cual se concluye que la línea de producción no es capaz de cumplir con los requerimientos del cliente, por otro lado un nivel de C_{pk}=0.1966, conlleva 274900 P_{pm} de defectos, lo que genera pérdidas de material, de producto y la reparación de los arneses defectuosos, es decir una pérdida de calidad (figura 4).

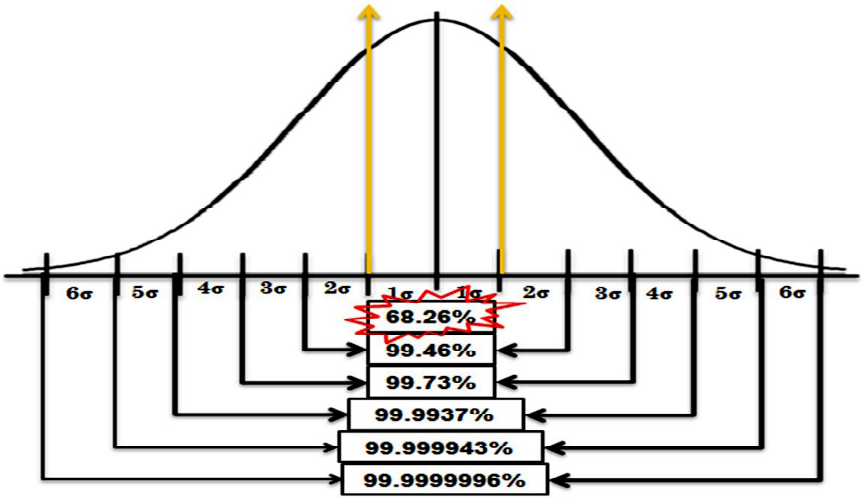

Fig. 4. Nivel de sigmas del proceso estudiado.

ANÁLISIS

Una vez que se obtuvo el nivel de sigmas de la línea de producción se lleva a cabo un diagrama de Ishikawa para identificar la causa raíz. Los resultados obtenidos en la prueba piloto, se consideran para solución del problema (figura 5). Se obtuvo que el método no era el correcto, dado que la secuencia en la reglilla hace que los cables se tuerzan; en cuanto a la mano de obra por falta de capacitación no se obtienen resultados óptimos, puesto que el método es nuevo, y para la línea de subensamble es desconocido, esto conlleva tiempo diferente del estándar y errores por parte de los trabajadores.

5 Por qué´s

A partir del diagrama de Ishikawa se aplican los 5 por qués, la cual es una técnica que ayuda a identificar las causas principales más probables de un problema. A continuación se muestra el desarrollo de la técnica en algunos problemas encontrados:

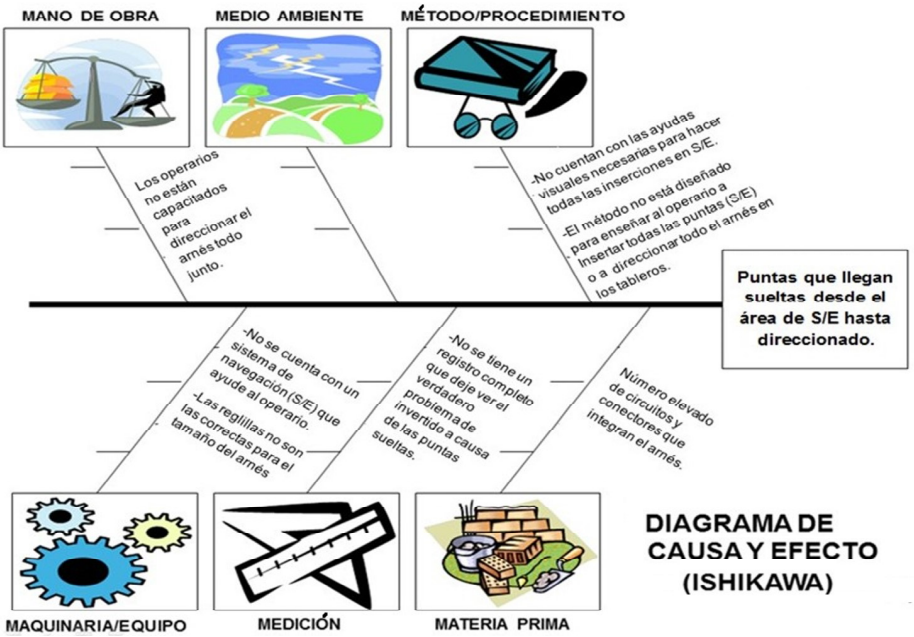

Fig. 5. Diagrama causa-efecto en línea de producción.

1. ¿Por qué?
   - Sistema de producción
2. ¿Por qué?
   - Análisis de los modelos
3. ¿Por qué?
   - Estudio de capacidad
4. ¿Por qué?
   - Gran cantidad de S/E y Bonder
5. ¿Por qué?
   - No se han podido unir las puntas sueltas

Fig. 6. Análisis de los 5 por qué´s.

Como se observa mediante el diagrama de causa raíz y 5 porque´s, la causa principal en la cantidad de defectos producidos en la linea de ensamble se debe al método ineficiente.

MEJORA

En la etapa de análisis se determinó que la causa raíz de la cantidad de defectos y el nivel bajo de C_{pk} se debe al método implementado en la línea de ensable, debido a esto se realiza un diseño de reglilla que fuera capaz de cumplir con las

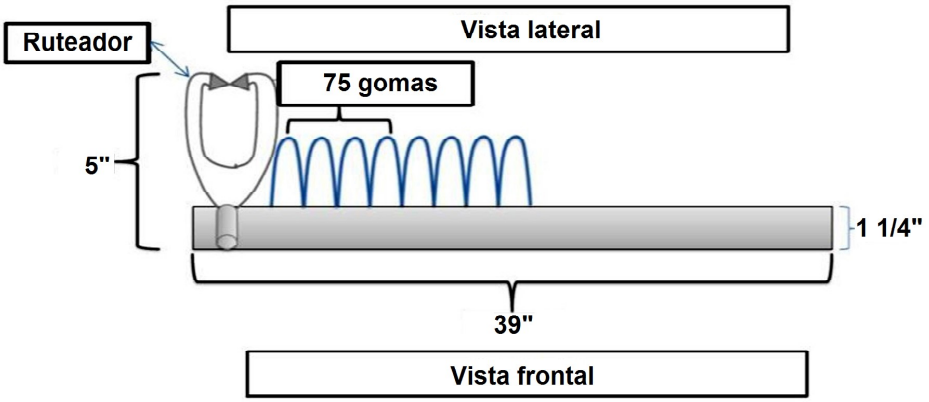

Fig. 7. Diseño de la reglilla etapa de mejora.

especificaciones del arnés, cuidando que los componentes no se dañaran y que para los operadores fuera fácil de manejar (figura 7). A continuación se presenta el diseño que fue aprobado por el departamento de producción cumpliendo con los requerimientos de diseño y la funcionalidad:

Una vez diseñada la reglilla se puso en funcionamiento en el proceso de subensamble para la reducción de las puntas sueltas que llegaba al área de direccionado, con lo cual se redujo de forma significativa la cantidad de defectos producidos y el tiempo invertido en el área de producción.

CONTROL

En esta última etapa se realizó el registro de una muestra de tiempos en el área de direccionado, esto con el fin de observar el comportamiento que tenía la implementación de la mejora en la línea de producción.

A continuación se presenta el análisis de diferencia de medias a un nivel de 95% de confianza, realizado con Minitab 17, el cual fue obtenido a partir de una muestra de 40 tiempos tomados en el proceso de direccionado.

Como se puede observar (figura 8) los datos de los tiempos tomados muestran una distribución normal, los datos se encuentran dentro de los límites de tolerancia; por otra parte el tiempo fue mejorado en un 37% con lo cual se asegura que con la implementación de la mejora y con la capacitación adecuada el personal podrá ir mejorando los tiempos ya expuestos.

Con el fin de hacer un contraste se muestra el análisis de datos con tiempos reales, a continuación se presenta el caso de los tiempos tomados en el proceso normal que se tenía implementado:

En contraste se puede observar (figura 9) que los datos son inconstantes, lo que deja ver claros atrasos en la línea de producción ocasionando defectos dada la variación presentada. Además obsérvese que la media del tiempo es mayor que la media del tiempo de la mejora, dejando claro que el tiempo medio de la mejora planteada aumenta la eficiencia en el procesamiento. Por otro lado se tiene una desviación estándar más alta en la toma de tiempos reales, a comparación de la desviación que se obtuvo en la muestra de la mejora implementada, esto implica que la variación en el proceso de arneses disminuye con esta mejora.

Z de una muestra: Tiempo de mejora

La desviación estándar supuesta = 97.3

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error Estándar De la Media	IC de 95%
Tiempo de mejora	40	687.6	97.3	15.4	(657.5, 717.8)

Ilustración 8 Realización de Prueba Z en el tiempo de la Mejora

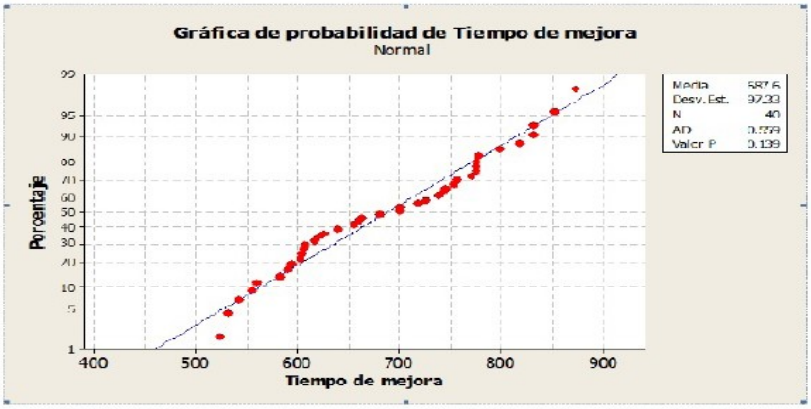

Fig. 8. Tiempo mejorado valor probabilístico.

Z de una muestra: tiempos reales

La desviación estándar supuesta = 201.624

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error Estándar De la Media	IC de 95%
Tiempos real	40	1093.6	201.6	31.9	(1031.1, 1156.1)

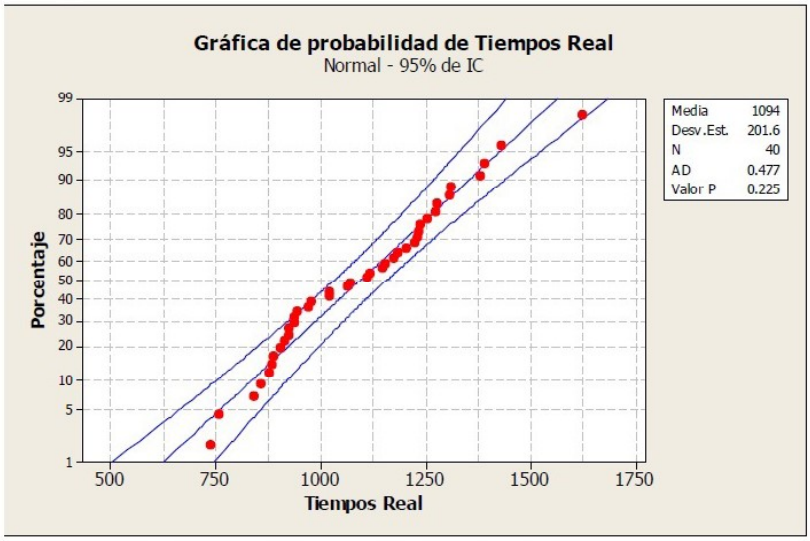

Fig. 9. Tiempo inicial valor probabilístico.

CONCLUSIONES

Mediante la metodología seis sigma fue posible aumentar la eficiencia de la línea de producción y a su vez reducir las horas hombre requeridas. Teniendo un impacto favorable para la empresa donde se realizó esta investigación. Es importante señalar que las causas que afectaban directamente la eficiencia de la línea de producción, así como la inversión en horas hombre para producir, era la cantidad de personal que estaban asignados en una de las áreas que no agregaban valor al producto, una vez identificada la causa se logró satisfactoriamente la disminución del número de operadores. Por otro lado mediante el análisis estadístico de los datos se confirma la mejora implementada y la eficiencia de la metodología.

REFERENCIAS

1. Enrique, N., & Solano, C. (2013). Implementación del programa Seis Sigma para desarrollo sostenible en consumo de químicos en procesos litográficos *, 8(2), 21–32.
2. Chabukswar, A., Jagdale, S., Kuchekar, B., Joshi, V., Deshmukh, G., Kothawade, H., … Lokhande, P. (2011). Six sigma: process of understanding the control and capability of ranitidine hydrochloride tablet. Journal of Young Pharmacists : JYP, 3(1), 15–25. http://doi.org/10.4103/0975-1483.76415
3. Gutiérrez, H., & Salazar, R. (2009). Control estadístico de la calidad y seis sigmas.
4. Pyzdek, T. (2003). The Six Sigma handbook. Search.
5. Almudévar Marí, C. (2012). Implementacion de la filosofia six sigma en la construccion. Universidad Politecnica de Valencia.
6. Engelke, S., Kabluchko, Z., & Schlather, M. (2015). Maxima of independent, non-identically distributed Gaussian vectors. Bernoulli, 21(1), 38–61. http://doi.org/10.3150/13-BEJ560
7. Antony, J. (2006). Six sigma for service processes. Business Process Management Journal, 12(2), 234–248.
8. Akkaya, G., Lu, B. T. Ğ., & Ş, S. Ö. (2014). Sigma 32, 503-523, 2014, (442), 503–524.
9. Yang, K., & El-Haik, B. S. (2009). Design for Six Sigma-A Roadmap for Product Development.
10. Kaya, İ., & Kahraman, C. (2011). Process capability analyses based on fuzzy measurements and fuzzy control charts. Expert Systems with Applications, 38(4), 3172–3184. http://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.09.004