مقاله پژوهشی

ارتقاء بهره وری از طریق رویکرد کایزن در صنعت لوازم خانگی

مرضیه اعظمی

(نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات) کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، اصفهان، ایران.
mazami72@yahoo.com

علی گهرشناسان

استادیار، دکترای مهندسی صنایع، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، اصفهان، ایران. aligsh.mailbox@gmail.com

چکیده: این تحقیق بر ارتقاء بهره‌وری در صنعت لوازم خانگی از طریق رویکرد کایزن تمرکز دارد. سازمانهای مختلف به منظور پاسخ به چالش‌های رقابتی امروزه در پی پیاده‌سازی تولید ناب می‌باشند کاربرد تکنیک‌های ناب در صنایع تولیدی و حتی خدماتی در نوشته ها و مقالات دیده می‌شود. تولید ناب از دیدگاه کارکردی و عملیاتی شامل پیاده‌سازی مجموعه ای از ابزارها و تکنیک‌هاست که درصدد کاهش ضایعات در شرکت و زنجیره ارزش می‌گردد.
مسئله اصلی شامل شناسایی و کاهش اتلافات و موداهای مرتبط با فرآیندها در سیستم تولید می‌باشد. پرسش‌های اصلی در این تحقیق بر تعریف و اقدامات اصلاحی جهت بهبود بهره‌وری و تحقق هدف‌های کایزن در حذف و یا کاهش اتلاف هایی همچون تولید اضافی، حمل و نقل و ... تمرکز دارد. از روش‌های گوناگونی چون بررسی مطالعات موردی و تحلیل‌های میدانی همچنین ترسیم نقشه جریان ارزش برای شناسایی موداها و اجرای اقدامات اصلاحی استفاده می‌شود. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهند که اعمال رویکرد کایزن منجر به بهبود کارایی فرایندهای تولیدی در صنعت لوازم خانگی شده و اتلافات را کاهش داده است، که بهبود قابل توجهی در بهره‌وری را نمایان می‌کند و درنهایت با ایجاد تغییرات مثبت به صورت مستمر در سازمان، منجر به ارتقاء فرهنگ کار تیمی، افزایش مشارکت کارکنان، ایجاد چابکی سازمان، افزایش رقابت‌پذیری و به‌طور کلی بهبود بهره‌وری، عملکرد و در نهایت تبدیل سازمان به یک سازمان متعالی و پیشرو نسبت به رقبای خود می‌گردد.

واژگان کلیدی: بهره‌وری، کایزن، اتلافات، اقدامات اصلاحی، نقشه جریان ارزش

۱- مقدمه

ارتقاء بهره‌وری از طریق کایزن، به عنوان یک روش فعال و مؤثر در بهبود فرایندها و کاهش اتلافات در صنایع مختلف، از جمله صنعت لوازم خانگی، به‌عنوان مسأله‌ای حائز اهمیت مطرح است. این تحقیق سعی در بررسی اثرات و جایگاه رویکرد کایزن در ارتقاء بهره‌وری و بهبود عملکرد صنعت لوازم خانگی دارد. همراه با بررسی معماری رویکرد کایزن، این مقاله تلاش خواهد کرد تا به تجزیه و تحلیل انواع موداهای زمانی در زمینه فعالیت‌های صنعت لوازم خانگی پرداخته و اقدامات اصلاحی را به منظور بهبود عملکرد و کارایی ارائه دهد. در پیشرفت‌های اخیر، استفاده از روش‌های کایزن به عنوان یک ابزار جهت کاهش اتلاف ها و بهبود فرایندهای تولیدی در صنایع مختلف بسیار به چشم می‌خورد. این تحقیق نیز قصد دارد تا نتایج و اثرات مثبت این روش را بر روی بهره‌وری در صنعت لوازم خانگی به‌صورت دقیق و علمی مورد بررسی قرار دهد. در روند این تحقیق، بررسی مراجع و پژوهش‌های پیشین موضوع، پرداخت به رویکردها، ادبیات موجود و نتایج حاصل از تحقیقات قبلی نیز از اهمیت بالایی برخوردار است. این مقاله با تمرکز بر بهبود بهره‌وری و کاهش هدررفت‌ها در صنعت لوازم خانگی، می‌کوشد تا با ارائه راهکارها و اقدامات موثر، گام مهمی در جهت بهبود فرایندهای تولیدی و بهره‌وری با تلفیق رویکرد کایزن با استفاده از ابزارهای مهندسی صنایع در این صنعت بردارد.

نتایج آن را در بخش وضع موجود و مطلوب می توان ملاحظه کرد.

الف) ترسیم نقشه وضع موجود فرآیندها و یا سیستم تولیدی

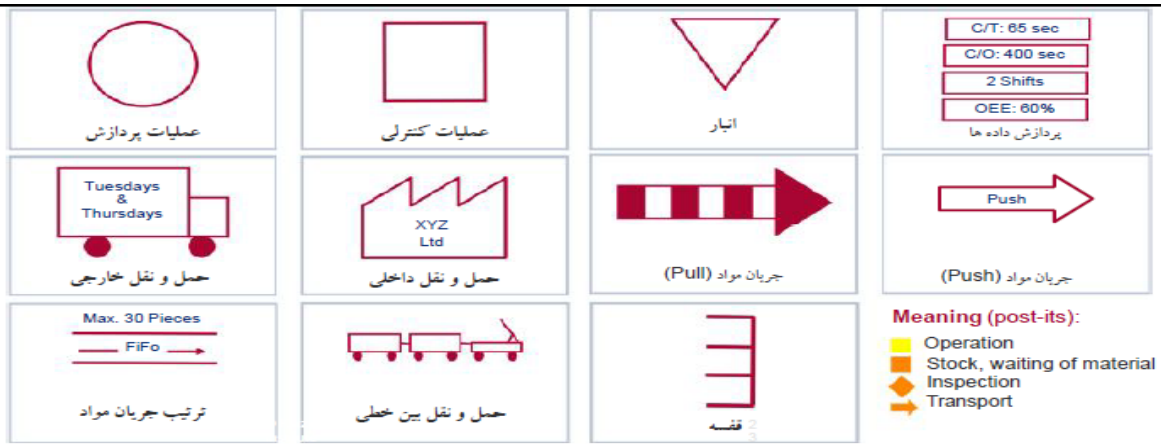
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۰۵
دوره ۱۳/ شماره ۲
صفحات ۱۳۱-۱۴۶

Corresponding author: mazami72@yahoo.com
https://doi.org/10.48313/jqem.2023.192564

ب) تصمیم‌گیری در مورد این که چگونه سیستم موجود را میبایستی بهبود داد.

ج) ترسیم نقشه وضع مطلوب با در نظر گرفتن تغییرات تعریف شده

موداها را در سطح شرکت به کوه‌های یخی و شرکت را به کشتی تشبیه می‌کنند. کوه‌های یخی فقط قسمت کوچکی از آن قابل دیدن است و تقریبا ۷۵ درصد آن زیر آب قرار دارد و قابل دیدن نیست. بنابراین کشتی بایستی خیلی مواظب باشد که به آن برخورد نکند زیرا در صورت برخورد احتمال غرق شدن آن بسیار زیاد است. موداها نیز در شرکت چنین حالتی دارند. لذا در جهت قابل مشاهده کردن این موداها و حذف آنها لازم است که شرکت به سمت استفاده از اصول تولید ناب حرکت کند. یکی از ابزارهایی که می‌تواند در این زمینه بسیار مفید باشد استفاده از نقشه جریان ارزش (VSM) است که می‌تواند تا حد زیادی این موداها را در داخل شرکت نمایان سازد.



شکل ۲ نماد های نقشه جریان ارزش

یک نقشه جریان ارزش شامل مجموعه ای از فعالیت های دارای ارزش افزوده و بدون ارزش افزوده در جهت تولید یک محصول یا گروه محصولات) است که از زمان ورود مواد خام شروع و تا زمانی که محصول به دست مشتری نهایی میرسد را در بر میگیرد. این فعالیت ها هر دوی جریان اطلاعات و مواد در طی زنجیره عرضه کلی را شامل می‌شود. هدف نهایی در VSM، تعیین تمامی اتلاف در جریان ارزش و کوتاه کردن مراحل در جهت حذف این ضایعات می باشد . هرچند محققان، تعدادی از ابزارها را جهت بهینه‌سازی عملیات فردی در طی زنجیره تأمین توسعه داده اند اما اغلب این ابزارها در زمینه اتصال و قابل مشاهده کردن ماهیت جریان مواد و و اطلاعات در تمامی شرکت‌ها دچار مشکل می‌شوند. در حالی که نقطه عطف VSM کار کردن بر روی تصویری بزرگ از شرکت است و نه فرآیندهای انفرادی آن VSM یک پایه رایج و اصلی برای فرآیند تولید خلق می‌کند به نحوی که تصمیمات کلی در زمینه بهبود جریان ارزش را تسهیل می کند .

یکی از ابزارهای نسبتاً جدید برای پشتیبانی و حمایت از مفاهیم تولید تاب نقشه‌برداری جریان ارزش می‌باشد این ابزار برای داشتن یک نگاه جریان ارزشی یعنی کار کردن روی یک تصویر کلی و نه صرفاً فرآیندهای منفرد و بهبود کل و بهبود اجزا به کار می رود. این ابزار برای ترسیم نقشه وضع موجود و سپس وضع مطلوب با بهبود زمان انتظار و بهبود جریان کاری به کار گرفته می‌شود. مزیت اصلی این ابزار نسبت به سایر ابزارهای نقشه‌کشی توانایی آن در ترسیم همزمان جریان اطلاعات و جریان مواد در کنار یکدیگر می‌باشد. تمرکز VSM بر روی جریان ارزش محصول برای یک خانواده محصول خاص می‌باشد در ترسیم نقشه آینده وضع مطلوب هدف اصلی شناخت موداها در فرایند است که توسط این نقشه وضع مطلوب برنامه پیاده‌سازی طرح که در برگیرنده کایزن نیز می‌باشد شکل می‌گیرد.

ساندر و بالاجی (۲۰۱۴) در مقاله ای موفقیت سیستم تولید را از طریق اجرای عناصر ناب می‌توان به دست آورد. اکثریت نظرسنجی در مورد عناصر ناب فقط بر یک یا دو عنصر یا ترکیبی

از دو یا سه عنصر متمرکز است. برای اجرای موفقیت آمیز ناب، عملاً نیاز به ادغام تمام عناصر ناب و توالی کار پیاده‌سازی دارد [1].

باهامو و سینگ (۲۰۱۴) اذعان داشتن که تعداد زیادی از تعاریف مدیریت ناب با اهداف و دامنه متفاوت وجود دارد. تأیید تئوری از طریق مطالعات تجربی و اکتشافی تمرکز تحقیقات در مدیریت ناب بوده است. صنعت خودرو تمرکز تحقیقات مدیریت ناب بوده است، اما مدیریت ناب توسط انواع دیگر صنایع نیز پذیرفته شده است. یکی از عوامل اجرای حیاتی مدیریت ناب ، اتخاذ همزمان ناب بودن در زنجیره تامین است. مدیریت ناب به یک سیستم یکپارچه متشکل از عناصر بسیار یکپارچه و طیف گسترده ای از شیوه های مدیریت تبدیل شده است. فقدان فرآیند/چارچوب اجرای استاندارد مدیریت ناب وجود دارد [2].

ناتاسیا و موختار (۲۰۱۳) د به طور کلی، سیستم تولید یک مدل ورودی-خروجی است. سیستم عناصر ورودی را دریافت می‌کند و بعداً در مرحله تبدیل تحت چند فرآیند قرار می‌گیرد. در نهایت محصول مورد نظر در مرحله خروجی تولید می‌شود. کیفیت و هزینه خروجی نهایی به شدت به عواملی بستگی دارد که سیستم را در طول فرآیند تبدیل تحت تاثیر قرار می‌دهند یا کنترل می‌کنند. هدف تولید محصول مناسب در زمان مناسب و با هزینه مناسب به منظور کسب سودآوری و ماندن در رقابت افزاش فروش است[3]. فرناندو و کاداوبد (۲۰۰۷) اشاره کرد که مدیریت ارشد مهمترین نقش را در سازمان دارد و برای موفقیت حیاتی است. در پیاده‌سازی ناب، تامین امنیت شغلی، تقویت مداوم اصول کاری، محیط امن برای کار و فضای اعتماد متقابل بین کارگران و مدیریت و همچنین در بین کارکنان مختلف مهم است[4]. جنز و دلهگارد (۲۰۰۶) اصول و نتایج تولید ناب را تجزیه و تحلیل کرده و فلسفه تولید ناب را با فرآیند کیفیت شش سیگما و اصول مدیریت کیفیت جامع (TQM) مقایسه می‌کنند و اتلاف را در یک فرآیند اصلی تکمیل می کنند و نشان می دهد تولید ناب و مراحل شش سیگما اساساً یکسان هستند و به خصوص با تولید ناب و کیفیت شش سیگما، به نظر می رسد تمرکز بیش از حد بر آموزش ابزارها و تکنیک های افراد و در عین حال تمرکز بسیار کمی بر درک عامل انسانی، و چگونگی ایجاد فرهنگ شرکتی مناسب است[5]. نال و لاونج (۲۰۲۲) در مقاله با هدف گسترش درک فلسفی، عملی و زیرساختی از اجرای تولید ناب است. نویسندگان یک دیدگاه فرآیندی در مورد تعامل بین روال‌های عملیاتی ناب و روال‌های بهبود مستمر با استفاده از داده‌های مصاحبه و مشاهدات تجزیه و تحلیل اسناد به پیاده‌سازی رویکرد ناب می‌پردازند[6]. کارنرود و جکا (۲۰۱۸) با هدف تصویر سازی وضعیت کایزن و بهبود مستمر این مطالعه از رویکرد روش‌های ترکیبی برای جستجوی گرایش‌ها و خطوط کلی مربوط به کایزن و بهبود مستمر با تمرکز بر QM استفاده می‌کند یافته‌ها حاکی از آن است که کایزن از یک سو توسط بخشی از جامعه مدیریت پذیرفته شده است، اما از سوی دیگر به طور کامل توسط بقیه نادیده گرفته شده است. در نهایت، داده‌ها نیاز به تقویت و شفاف‌سازی مبنای نظری کایزن و رابطه آن با بهبود مستمر را روشن می‌کند[7].

۳. روش تحقیق

در این تحقیق، جامعه آماری شامل فرایند تولید قطعات هات پلیت در پلنت قطعه‌سازی است. این فرایند به‌عنوان مورد مطالعاتی واقعی جهت تحلیل و بهبود فرایندهای تولیدی در نظر گرفته می‌شود. و روش نمونه‌گیری اجرایی شامل زمان‌سنجی، مشاهده و ارزیابی مراحل تولید می‌باشد. با انجام این فرآیندها، اطلاعات مورد نیاز برای ارزیابی دقیق و بهبود فرایندهای تولیدی جمع‌آوری و تحلیل می‌شوند. در این تحقیق، از ابزارهای متنوعی برای بررسی روایت و پایایی استفاده می‌شود. این ابزارها شامل ترسیم OPC (Operation Process Chart)، FPC (Flow Process Chart)، VSM (Value Stream Mapping) برای معماری بررسی فرآیندها و تحلیل مراحل تولید می‌باشد. همچنین، برای تجسم و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Visio استفاده می‌شود. این روش‌ها و ابزارهای پژوهش برای انجام یک بررسی دقیق و جامع از فرآیندهای تولیدی در صنعت قطعات پلیت می‌باشد، امکان ارزیابی و بهبود کارایی این فرایندها را فراهم می‌کند در قدم اول با بعضی از فعالیت های هزینه زا در رویکرد کایزن را تعریف می‌کنیم:

مودا[1] : کلیه فعالیت‌هایی که هزینه‌زا هستند ولی ارزشی تولید نمی‌کنند و باید حذف شده یا به حداقل ممکن برسند .

موری[2] : فعالیت‌هایی که به شکلی در جای دیگری به صورت موازی انجام می‌شوند و باید با یکدیگر تلفیق شوند.

[1] Muda

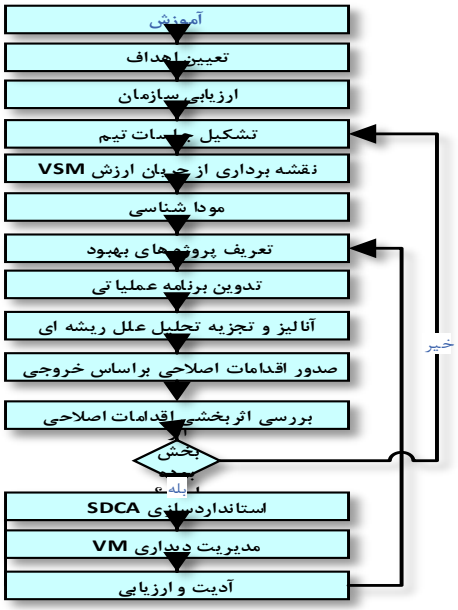
[2] Muri

موارا[3] : آن دسته از فعالیت‌هایی که برای تکمیل و بهبود سطح کیفی خدمات لازمند و باید به فعالیت‌های سازمان افزوده شوند. اولویت ما در این تحقیق شناسایی انواع مودا می‌باشد شامل تولید اضافی -فرآیند اضافی- ضایعات جابه جایی-حرکت اضافی-انبارش-انتظار

۴. مطالعه موردی و متدولوژی VSM

ما در این پژوهش مراحل ذیل را جزئی از اقدامات کاری خود قرار داده ایم:

۱. آموزش افراد و تشکیل تیم اجرایی
۲. تعیین اهداف و بهبود های مورد انتظار
۳. ارزیابی اولیه فرآیند های تولیدی
٤. ترسیم نقشه جریان ارزش
٥. محاسبه C/O[4],C/T[5],VA[6],N-VA [7]
٦. شناسای فرآیند گلوگاه تولیدی
۷. مودا شناسی در فرآیند تولیدی انتخاب شده
۸. تعریف اقدامات اصلاحی
۹. بررسی و اندازه‌گیری بهبودها
۱۰. استاندارد سازی فرآیند



شکل ۳ جریان اجرای پروژه کایزن

۵.یافته‌ها

یافته‌های پژوهش شامل جدول شماره ۱ نشان‌دهنده این است که فرآیند تولید ما دارای ۲۲۵.۳۵ ثانیه فعالیت بدون ارزش افزوده برای یک قطعه می باشند و با توجه به نیاز سازمان به خطی نمودن این فرآیند بخش جوش پلاسما با ۱۵۱ ثانیه زمان تولید یک گلوگاه برای فرآیند تولید می‌باشد .

در این راستا برای مرحله جوش پلاسما فعالیت‌های اجرایی تهیه و در جدول شماره ۳ نمایش داده شده است.

نمودار VSM ترسیم شده مطابق شکل شماره ۴ برای فرآیند تولید قطعه هات پلیت نیز نشان دهنده این موضوع می باشد و همچنین جوش پلاسما به میزان ۹۱ ثانیه فعالیت بدون ارزش افزوده داشته که بیشترین مقدار می‌باشد و با توجه به گلوگاه بودن این فرآیند تولید با سایکل تایم ۱۵۱ ثانیه و همچنین با توجه به اینکه میزان ریال ضایعات در فرآیند جوش در رتبه اول می‌باشد، به همین علت تیم کایزن تصمیم به بررسی دقیق این فرآیند کرده است.

جدول ۱. یافته‌های اولیه بررسی فرآیند تولید قطعه هات پلیت

process	cycle time(s)	change over time(min)	Performance	value-added	non-value added
کشش ۱۰۰۰ ton	۵۲	۳۰	۶۹٪	۱۰	۴۲
تریم و پانچ ۲۵۰ton	۳۱.۶۵	۴۰	۶۰٪	۱۲.۶۵	۱۹
خم ۲۵۰ ton	۲۶.۶	۳۵	۶۰٪	۹	۱۷.۶
خم ۲۵۰ ton	۳۵.۷	۲۵	۶۰٪	۷	۲۸.۷۵
خم ۲۵۰ ton	۳۵	۴۵	۶۰٪	۸	۲۷
جوش پلاسما	۱۵۱	۲۰	۶۵٪	۶۰	۹۱
میانگین	۶۲.۳۴٪				
مجموع	۳۳۲	۱۹۵		۱۰۶.۷	۲۲۵.۳۵

[3] Mura
[4] Change Over Time
[5] Cycle time
[6] Value-Added
[7] Non-Value-Added

جدول ۲. بالاترین میزان ضایعات در تولید محصول

شرح عیب	رتبه بندی براساس مقدار ریالی ضایعات
تخلخل جوش	۱
پارگی جوش	۲
دفرمگی	۳
خط و خش	۴
دفرمگی براساس شی خارجی	۵

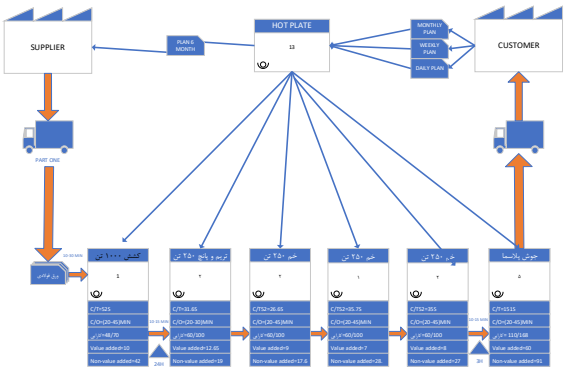
جدول ۳ . لیست عملیات ها در فرآیند تولید جوش پلاسما

فرآیند	فعالیت
۱	ارسال قطعه از انبار به محل جوش
۲	کنترل کاور محل جوشکاری
۳	تنظیم لبه های محل جوش قبل از جوشکاری
۴	قراردادن قطعه روی دستگاه
۵	برداشتن و قراردادن مجدد قطعه از لبه دیگر
۶	برداشتن و چیدمان قطعه
۷	برداشتن و قراردادن روی صفحه سنگ زنی
۸	استفاده از خمیر پالیش بر روی قطعه
۹	برداشتن قطعه جهت پالیش ناحیه سنگ زنی
۱۰	کنترل نهایی
۱۱	کاور کردن
۱۲	چیدمان در پالت

و با توجه به نیازمندی به زمان سنجی مجدد لیست و بروزرسانی و تهیه لیست مجدد زمان‌سنجی با تغییرات عمده در لیست مواجه و مجموع اتلاف‌های فرآیند ۲۲۱.۲ ثانیه محاسبه گردید.

لیست نهایی بدست آمده از فعالیت‌های اجرا شده در این ایستگاه به صورت جدول ۴ می‌باشد.

شکل۴. نقشه جریان ارزش فرآیند تولید هات پلیت



جدول ۴ . نمونه ای از لیست زمان‌سنجی تفکیک‌شده جوش پلاسما

ردیف	فعالیت	زیر فعالیت
۱	آماده سازی اولیه	خروج قطعه از داخل کاور
۲		چیدمان اولیه قطعات
۳		پوست کندن محل جوش با شابلون
۴		پوست کندن طرف دیگر محل جوش با شابلون
۵		خود کنترلی
۶		چیدمان داخل اتاق جوش پلاسما
۷	اتاق جوش پلاسما	برداشتن قطعه
۸		چکش کاری یک سمت قطعه قبل از ورود به دستگاه
۹		چکش کاری سمت دیگر قطعه قبل از ورود به دستگاه
۱۰		تمیز کاری یک سمت قطعه قبل از ورود به دستگاه
۱۱		تمیزکاری سمت دیگر قطعه قبل از ورود به دستگاه
۱۲		بارگذاری
۱۳		بستن درب دستگاه جوش

این فعالیت‌ها به ۱۴ مرحله اساسی تبدیل شد و زمان نهایی جهت تجزیه و تحلیل به صورد جدول ۵ نشان داده شده است.

با اجرای دو اقدام ذیل توانستیم به نتایج چشم‌گیری که در جدول ۶ و ۷ مشاهده می کنید دست یابیم:

الف) ادغام نفر پوست‌گیری با بسته‌بندی

ب) اضافه کردن نفر اضافه به واحد سنگ‌زنی که این نفر حاصل ادغام شدن دو واحد مذکور بوده و نفراپراتور قسمت بسته‌بندی می‌باشد.

به همین علت تیم کایزن تصمیم به بررسی دقیق این فرآیند کرده است. **جدول ۵ . لیست زمان سنجی جوش پلاسما**

ردیف	فعالیت	زمان (ثانیه)	زمان تولید یک قطعه (ثانیه)	تعداد تولید در ساعت	تعداد نفرات
۱	انتقال ۱۰ عدد	۰.۱۲	۲۸	۱۲۶	۱
۲	خارج کردن از کاور	۱۱.۲۵			
۳	پوست گیری دوطرف	۱۵.۴			
۴	انتقال ۵ عدد به داخل سبد	۱.۷			
۵	جوشکاری	۴۰	۴۵	۹۰	۱
۶	چکش زنی	۵۹			
۷	انتقال به سنگ زنی	۱۲.۵	۱۵۱	۲۴	۲
۸	سنگ زنی	۱۳۳.۸			
۹	تعویض سنگ زنی	۵			

۱۰	پالیش زنی	۷۶.۲	۸۲	۴۴	۱
۱۱	برچسب زنی	۵.۴			
۱۲	انتقال ۵ عدد از پالت به ایستگاه	۰.۷۶	۶۹	۵۲	۱
۱۳	کاورکردن و چیدمان	۳۷.۸			
۱۴	انتقال ۱۰ عدد لاینر از پالیش	۰.۱۴			

ورودی	پوست گیری	جوش	سنگ زنی	بسته بندی	خروجی ساعت	سایکل	تعداد تولید شیفت
	۱۲۶	۹۰	۲۴	۵۲	۲۴	۱۵۱	۱۶۷
انبارش		۳۶	۶۶	-۸			

جدول ۶ . تحلیل زمان سنجی جوش پلاسما

ردیف	فعالیت	زمان (ثانیه)	ردیف	فعالیت	زمان (ثانیه)
۱	انتقال ۱۰ عدد	۱.۲	۸	سنگ زنی	۱۳۳.۸
۲	خارج کردن از کاور	۲۰.۸	۹	تعویض سنگ زنی	۵
۳	پوست گیری دوطرف	۴۵.۸	۱۰	پالیش زنی	۷۶.۲
۴	انتقال ۲ عدد به داخل سبد	۸.۵	۱۱	برچسب زنی	۵.۴
۵	جوشکاری	۲۰	۱۲	انتقال ۵ عدد از پالت به ایستگاه	۳.۸
۶	چکش زنی	۷۹	۱۳	کاورکردن و چیدمان	۳۷.۸
۷	انتقال به سنگ زنی	۱۲.۵	۱۴	انتقال ۱۰ عدد لاینر از پالیش	۱.۴
مجموع زمان(ثانیه)		۴۵۱.۲			
مجموع اتلاف		۲۲۱.۲			

جدول ۷ . تحلیل بهبود یافته زمان سنجی جوش پلاسما

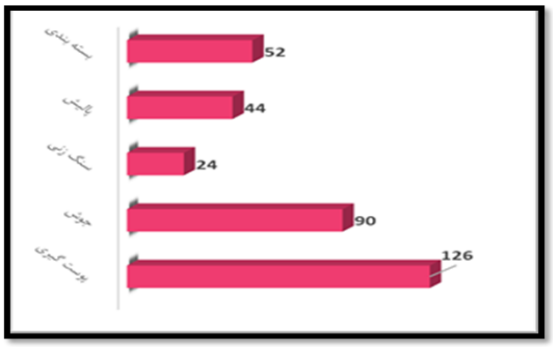
فعالیت	نفر	فعالیت	زمان (ثانیه)	ظرفیت پیشنهادی	زمان کار مطابق ظرفیت پیشنهادی	بیکاری مطابق ظرفیت
پوست‌گیری	۱	انتقال ۱۰ عدد	۰.۱۲	۷۰	۴۳	۵
			۱۱.۲۵			
			۱۵.۴			
			۱.۷			
بسته‌بندی			۰.۷۶	۴۹	۳۳	
			۳۷.۸			
			۰.۱۴			
جوش	۱	جوشکاری	۴۰	۷۰		
			۵۹			
سنگ‌زنی	۲	انتقال به سنگ زنی	۱۲.۵	۴۸		
			۱۳۳.۸			
			۵			

ورودی	پوست‌گیری	جوش	سنگ‌زنی	بسته‌بندی	خروجی ساعت	سایکل	تعداد تولید شیفت
	۹۰	۸۰	۴۸	۴۹	۴۸	۷۵.۷	۳۰۹
انبارش		۱۰	۳۲	-۱			

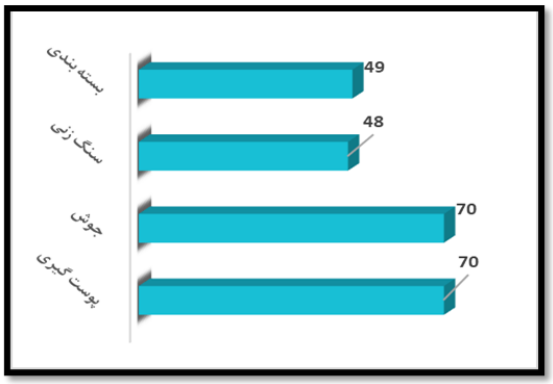
ب) میزان تولید در هر ساعت از۲۴ به ۴۸ واحد افزایش و تولید در شیفت از ۱۶۸به ۳۰۹ واحد افزایش یافت.

ج) با حذف برخی از موداها در خط تولید از جمله تخصیص کامواير بین سنگ زنی و جوش می توان حمل و نقل اضافی را کاهش داد.

د) همچنین با ایجاد محل قرار دادن هات پلیت به صورت عرضی در مرحله جلادهنده و تمیزکاری باعث کاهش زمان جابه جایی اپراتور در خط تولید شدیم.



شکل ۵ . نمودار بالانس شده خط قبل از بهبود



شکل ۶ . نمودار بالانس شده خط بعد از بهبود

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می کنید با انجام اقدامات اصلاحی پیشنهاد شده زمان بیکاری را کاهش و میزان انبارش کالا را در واحد جوش ۳۶عدد کاهش و در واحد سنگ زنی ۴۴ عدد کاهش یافت.

میزان تولید در هر ساعت از۲۴ به ۴۸ واحد افزایش و تولید در شیفت از ۱۶۸به ۳۰۹ واحد افزایش یافت.

با حذف برخی از مودا ها در خط تولید از جمله تخصیص کامواير بین سنگ زنی و جوش می توان حمل و نقل اضافی را کاهش

دادیم. همچنین با ایجاد محل قرار دادن هات پلیت به صورت عرضی در مرحله جلادهنده و تمیز کاری باعث کاهش زمان جابه جایی اپراتور در خط تولید شدیم.

۶. فرمول‌ها و روابط ریاضی

فرمول ۱: تعداد قطعات تولیدی=A

فرمول ۲: مطابق استاندارد قطعات تولیدتعداد = B

فرمول ۳ Performance=A/B

۷. بحث و نتیجه‌گیری

هر سازمانی که محصولی برای فروش دارد باید چرخه تبدیل شدن آینده به حال را اساس مدیریت هر روزه خود قرار دهد در این مقاله جنبه های فنی آفرینش یک جریان ارزش ناب در کانون توجه قرار گرفت. همانگونه که مشخص شد لازمه رقابتی شدن یک جریان ارزش حرکت به سمتی است که بتوان شرایط زیر را در کوتاه‌ترین زمان برای مشتری فراهم آورد.

با بررسی مقالات متعدد متوجه شدیم که اکثر مقالات تمرکز خود را بر روی فلسفه ناب و ترکیب آن با شش سیگما و ابزار های مدیریت کیفیت گذاشته است و ما در این مقاله تلاش کرده ایم اهمیت ظرفیت‌سنجی تولید و بالانس خطوط تولید با کاهش و یا حذف موداها از جمله انبارش را در اولویت خود قرار دهیم که منجر به برآورده‌سازی انتظارات مشتری که کمترین هزینه با بالاترین کیفیت را مد نظر دارد، می‌شود. چالش واقعی همانا دیدن این جریان ارزش است. نقشه‌های جریان ارزش برای تمام کسب و کارها به یک شیوه واحد قابل ترسیم‌اند و می‌توان آنها را آنقدر بالا و پایین نمود تا به اصطلاح از مولکول تا مشتری را در بر گیرند. در این مطالعه موردی با به کارگیری نقشه برداری جریان ارزش با استفاده از ابزار های مهندسی صنایع به نتایج دست یافتیم که مهمترین آنها عبارت‌اند از:

- کاهش هزینه منابع به میزان ۵۰ درصد
- افزایش ۵۰ درصد ظرفیت تولید

محدودیت‌ها ما در پیاده‌سازی رویکرد کایزن شامل عدم دسترسی به اطلاعات مالی و محدودیت‌های نیروی انسانی می‌باشد.

پیشنهادات ارائه شده به صنعت به صورت زیر می باشند شرکت‌ها مملو از سفارش‌هایی است که برنامه‌ریزی آن دشوار و منجر به تولید اضافی و انبارش می‌گردد اگر این شرکت به جای ارسال تعداد زیادی سفارش از کارت‌های کانیان و سوپر مارکت استفاده نماید و سفارشات را به فرآیند سرعت ساز بفرستد مدت زمان انتظار به صورت شایانی کاهش پیدا می‌کند. پیرو تغییرات مورد نیاز که در نقشه قابل ملاحظه می‌باشند مشتریان شرکت می‌توانن سفارشهای خود را در زمان کوتاه تری اعلام دارند تولید قطعات توسط سیستم‌های کششی قابل کنترل هستند مواد اولیه نیز از سوپرمارکت‌ها برداشت می‌شوند بدین ترتیب دیگر نیاز نیست کنترل تولید دستور تولید سفارش‌ها را زودتر صادر کند تا MRP زودتر به سفارش دهی مواد اولیه اقدام نماید. این موارد چیزی نیست جز حرکت در جهت حذف انواع موداها.

۸. منابع

[1]. Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. S. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. Procedia Engineering, 97, 1875-1885..

[2]. Bhamu, J., & Singh Sangwan, K. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. International Journal of Operations & Production Management, 34(7), 876-940.

[3]. Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A conceptual model of lean manufacturing dimensions. Procedia Technology, 11, 1292-1298.

[4]. Fernando, M. D. D., & Cadavid, L. R. (2007). Lean manufacturing measurement: the relationship between lean activities and lean metrics. Estudios gerenciales, 23(105), 69-83.

[5]. Dahlgaard, J. J., & Dahlgaard-Park, S. M. (2006). Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. The TQM magazine, 18(3), 263-281.

[6]. Knol, W. H., Lauche, K., Schouteten, R. L., & Slomp, J. (2022). Establishing the interplay between lean operating and continuous improvement routines: a process view. International Journal of Operations & Production Management, 42(13), 243-273.

[7]. Carnerud, D., Jaca, C., & Bäckström, I. (2018). Kaizen and continuous improvement–trends and patterns over 30 years. The TQM Journal, 30(4), 371-390.

Productivity Improvement Through Kaizen Approach in Home Appliance Industry

Marzieh Azami[8]
M.Sc. in Industrial Engineering Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran .mazami72@yahoo.com

Ali GoharShenasan
Assistant Professor, PhD in Industrial Engineering Department of Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran. aligsh.mailbox@gmail.com

Abstract: Improving productivity through kaizen, as an active and effective method in improving processes and reducing waste in various industries, including the home appliance industry, is an important issue. This research tries to investigate the effects and position of Kaizen approach in improving the productivity and performance of the home appliances industry. Along with the review of the Kaizen approach architecture, this paper will try to analyze the types of time fashions in the field of home appliance industry activities and provide corrective measures to improve performance and efficiency. In recent developments, the use of kaizen methods as a tool to reduce waste and improve production processes in various industries is very visible.

Aim and Introduction

This research also aims to examine the results and positive effects of this method on productivity in the home appliance industry in a precise and scientific manner. In the process of this research, reviewing the references and previous researches, paying attention to the approaches, existing literature and the results of previous researches are also of great importance. Focusing on improving productivity and reducing waste in the home appliance industry, this article tries to take an important step towards improving production processes and productivity by combining the Kaizen approach with the use of industrial engineering tools in this industry by providing effective solutions and measures.
Its results can be seen in the current and desirable section
A) drawing a map of the current state of the processes or the production system
b) Deciding on how to improve the existing system
c) drawing a value stream map taking into account the defined changes

Methodology

A value stream map includes a set of value-added and non-value-added activities for the production of a product or group of products, starting from the arrival of raw materials until the product reaches the end customer. The ultimate goal in VSM is to

[8] Corresponding author: mazami72@yahoo.com

determine all the waste in the value stream and shorten the steps to eliminate this waste.

In order to achieve success in the production system, implementing all Lean elements and integrating them effectively is crucial [6]. Lean management encompasses various definitions and research focuses, with the automotive industry being a key area. Integration of lean principles within the supply chain is vital for successful implementation. However, there is a lack of a defined process/framework for implementing lean management standards [1]. The production system is viewed as an input-output model where the quality and cost of the output depend on factors influencing the transformation process. The goal is to produce the right product at the right time and cost to enhance profitability and competitiveness [7] Senior management plays a crucial role in lean implementation by providing job security, reinforcing work principles, ensuring a safe work environment, and fostering mutual trust between employees and management [4]. Lean manufacturing principles are compared with Six Sigma and Total Quality Management, emphasizing waste elimination in core processes. The importance of understanding human factors and fostering a suitable corporate culture is highlighted [3]. This article focuses on expanding the understanding of lean production implementation from philosophical, practical, and infrastructural perspectives. It emphasizes the interplay between lean operational and continuous improvement routines for successful implementation [5]. This study delves into the state of kaizen and continuous improvement, highlighting mixed perceptions within the management community. While some embrace kaizen, others overlook it, underscoring the need to strengthen the theoretical basis of kaizen and its connection to continuous improvement [2].

In this research, the statistical population includes the production process of hot plate parts in the parts making plant. This process is considered as a real case study to analyze and improve production processes. And executive sampling method includes time measurement, observation and evaluation of production steps. By performing these processes, the information required for accurate evaluation and improvement of production processes is collected and analyzed. In this research, various tools are used to check narrative and reliability. These tools include drawing OPC (Operation Process Chart), FPC (Flow Process Chart), VSM (Value Stream Mapping) for process review architecture and analysis of production steps. Also, Visio software is used to visualize and analyze data. These research methods and tools are for conducting a detailed and comprehensive review of the production processes in the plate parts industry.

In this research, we have included the following steps as part of our work:

1. Training people and forming an executive team
2. Determining the expected goals and improvements
3. Initial evaluation of production processes
4. Drawing a value flow map
5. Calculation (cycle time(s), change over time (min), performance, value-added, non-value added)
6. Identification of the production bottleneck process
7. Fashionology in the selected production process
8. Definition of corrective actions
9. Checking and measuring improvements
10. Process standardization

Findings

The findings of the research, including Table No. 1, show that our production process has 225.35 seconds of activity without added value for a piece, and according to the organization's need to linearize this process, the plasma welding part with 151 seconds of production time is a bottleneck for It is a production process.

Table 1. Preliminary findings of the investigation of the production process of hot plate parts

non-value added	value-added	Performance	change over time(min)	cycle time(s)	process
42	10	68.57%	30	52	Pulling 1000 tons
19	12.65	60.00%	40	31.65	Trim and punch 250 tons
17.6	9	60.00%	35	26.6	Bending 250 tons
28.75	7	60.00%	25	35.7	Bending 250 tons
27	8	60.00%	45	35	Bending 250 tons
91	60	65.48%	20	151	Plasma welding
225.35	106.65		195	331.95	SUM
				62.34%	Mean

In this regard, for the plasma welding stage, executive activities have been prepared and shown in Table No. 3

The VSM diagram drawn according to Figure 4 for the production process of the hot plate part also shows this issue and also the plasma welding has 91 seconds of activity without added value which is the highest amount and considering the bottleneck of this The production process with a cycle time of 151 seconds and also considering that the amount of waste in the welding process is in the first place, for this reason, the Kaizen team has decided to carefully examine this process.

Table 2. The highest amount of waste in product production

Ranking based on the riyal amount of waste	Defect description
1	weld porosity
2	weld tear
3	Deformity
4	scratches
5	Deformation based on external object

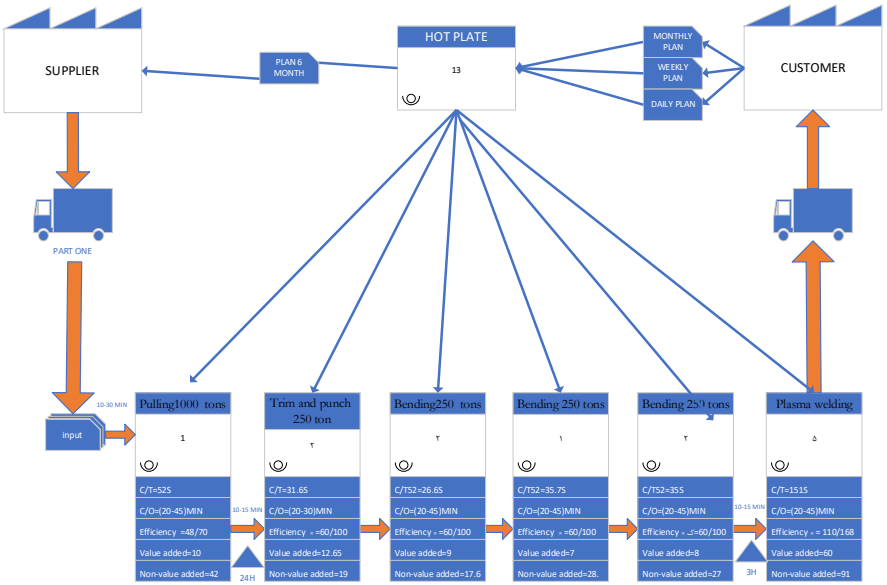


Figure 4. Value flow map of the hot plate production process

Table 3 list of operations in the plasma welding production process

Activity	process
Send the piece from the warehouse to the welding place	1
Welding cover control	2
Adjusting the edges of the welding area before welding	3
Place the part on the device	4
Remove and reinsert the piece from the other edge	5
Removing and arranging the piece	6
Remove and place on the grinding plate	7
Using polishing paste on the piece	8
Removing the piece to polish the grinding area	9
final control	10
to cover	11
Layout in palette	12

And due to the need to re-time the list and update and prepare the re-time list, major changes were encountered in the list and the total process waste was calculated to be 221.2 seconds,The final list obtained from the activities implemented in this station is in the form of table number 4

Table 4 is an example of a list of separated plasma welding timings

Sub activity	**Activity**	**Row**
Exiting the piece from inside the cover	**Initial preparation**	**1**
Initial arrangement of parts		**2**
Peeling off the boil with a stencil		**3**
Peel off the other side of the boil with a stencil		**4**
Self-control		**5**
Arrangement inside the plasma welding room		**6**
Remove the piece		**7**

Hammering one side of the piece before entering the machine		**8**
Hammering the other side of the piece before entering the machine		**9**
Cleaning one side of the piece before entering the machine		**10**
Cleaning the other side of the part before entering the machine		**11**
Upload		**12**
Close the door of the welding machine		**13**
Opening the door of the welding machine		**14**
Control		**15**
Rotate the piece		**16**
Close the door of the welding machine		**17**
Welding operation		**18**
Opening the door of the welding machine	**Plasma welding room**	**19**
Remove the piece		**20**
Control		**21**
The other side of the loading part		**22**
Close the door of the welding machine		**23**
Opening the door of the welding machine		**24**
Control		**25**
Rotate the piece		**26**
Close the door of the welding machine		**27**
Welding operation		**28**
Opening the door of the welding machine		**29**
Remove the piece		**30**
Self-control		**31**

These activities were converted into 14 basic steps and the final time for analysis is .shown in Table No. 5

Table 5 list of time measurement of plasma welding

Time .(seconds)	Activity	row	Time .(seconds)	Activity	row
133.8	stoning	8	1.2	Transfer 10 pcs	1
5	Grinding replacement	9	20.8	Remove from cover	2
76.2	polishing	10	45.8	Bilateral peeling	3
5.4	labeling	11	8.5	Transfer 2 items to the basket	4
3.8	Transfer 5 pieces from the pallet to the station	12	20	welding	5
37.8	Covering and arrangement	13	79	hammering	6
1.4	transfer of 10 liners from polishing	14	12.5	Transfer to grinding	7
451.2	Total time (seconds)				
221.2	Total loss				

By implementing the following two measures, we were able to achieve the impressive results that you can see in Table No. 6 and 7:

A) Integration of skinning person with packaging

b) Adding an additional person to the stone crushing unit, who is the result of the merger of the two mentioned units and is the operator of the packaging section. ,

Table 6 Analysis of time measurement of plasma welding

number of people	Number of production per hour	Production time of one piece (seconds)	Time (seconds).	Activity	Row
1	126	28.47	0.12	Transfer 10 pcs	1
			11.25	Remove from cover	2
			15.4	Bilateral peeling	3
			1.7	Transfer 5 items to the basket	4
1	90	40	40	welding	5
			59	hammering	6
2	24	151.3	12.5	Transfer to grinding	7
			133.8	stoning	8
			5	Grinding replacement	9
1	44	81.6	76.2	polishing	10
			5.4	labeling	11
1	52	68.7	0.76	Transfer 5 pieces from the pallet to the station	12
			37.8	Covering and arrangement	13
			0.14	transfer of 10 liners from polishing	14

The number of production shifts	cycle	Clock output	packing	grinding	welding	Peeled	**input**
168	151	24	52	24	90	126	
			-8	66	36		**warehouse**

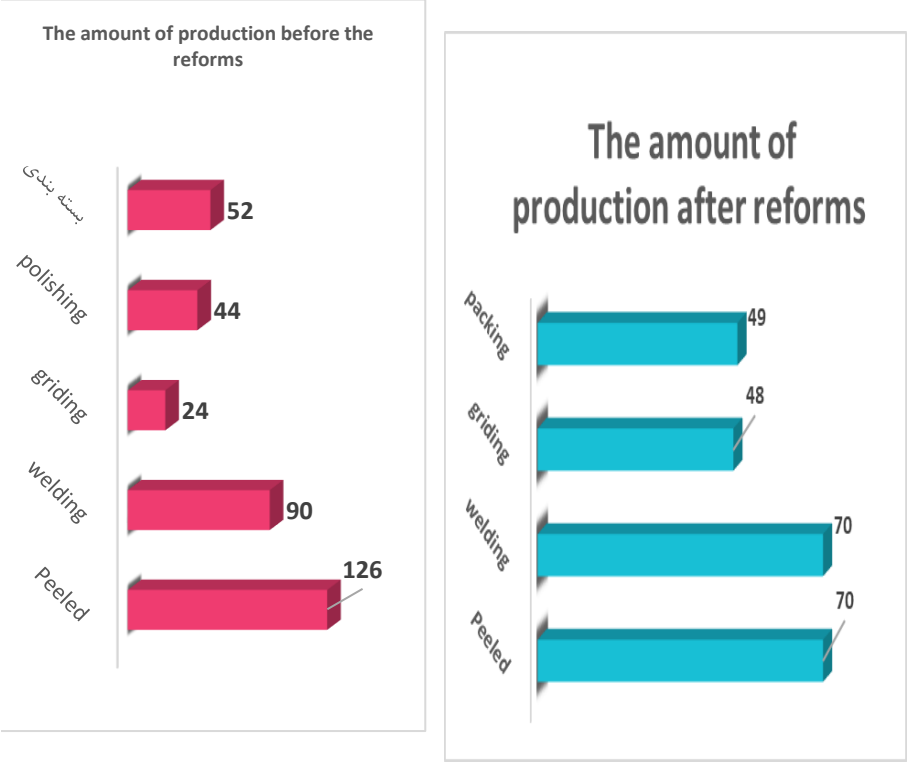
Table 7 Improved analysis of plasma welding timing

Unemployment according to capacity	**Working time according to the proposed capacity**	**Suggested capacity**	**Time (seconds)**	**Activity**	**person**	**Activity**
+5	**43**	**70**	0.12	**Transfer 10 pcs**	**1**	Peeled
			11.25			
			15.4			
			1.7			
	33	**49**	0.76			packing
			37.8			
			0.14			
		70	40	**welding**	1	welding
			59			
		48	12.5	**Transfer to grinding**	**2**	grinding
			133.8			
			5			

The number of production shifts	cycle	Clock output	packing	grinding	welding	Peeled	**input**
309	**75.65**	**48**	**49**	**48**	**80**	**90**	
			-1	**32**	**10**		**warehouse**

b) The amount of production per hour increased from 24 to 48 units and the production per shift increased from 168 to 309 units.
c) By eliminating some mods in the production line, including the allocation of camwire between grinding and welding, additional transportation can be reduced.
d) Also, by creating a place to place the hot plate transversely in the polishing and cleaning stage, we reduced the time of the operator moving in the production line.

Figure 7 Balanced line graph before and after improvement



As you can see in Figure 5, by taking the suggested corrective measures, the idle time was reduced and the amount of goods stored in the welding unit was reduced by 36 units and in the grinding unit by 44 units.
The amount of production per hour increased from 24 to 48 units and the production per shift increased from 168 to 309 units.
By eliminating some mods in the production line, including the allocation of camwire between grinding and welding, we can reduce excess transportation. Also, by creating a place to place the hot plate transversely in the polishing and cleaning stage, we reduced the time of the operator moving in the production line.

Discussion and Conclusion

Value stream maps can be drawn in a single way for all businesses, and they can be scaled up and down so as to include, so to speak, from the molecule to the customer. In this case study, by applying value stream mapping using industrial engineering tools, we achieved results, the most important of which are:
- Reducing the cost of resources by 50%
- 50% increase in production capacity

Reference

[1]. Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. S. (2014). A review on lean manufacturing implementation techniques. Procedia Engineering, 97, 1875-1885..

[2]. Bhamu, J., & Singh Sangwan, K. (2014). Lean manufacturing: literature review and research issues. International Journal of Operations & Production Management, 34(7), 876-940.
[3]. Carnerud, D., Jaca, C., & Bäckström, I. (2018). Kaizen and continuous improvement–trends and patterns over 30 years. The TQM Journal, 30(4), 371-390.
[4]. Dahlgaard, J. J., & Dahlgaard-Park, S. M. (2006). Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. The TQM magazine, 18(3), 263-281.
[5]. Fernando, M. D. D., & Cadavid, L. R. (2007). Lean manufacturing measurement: the relationship between lean activities and lean metrics. Estudios gerenciales, 23(105), 69-83.
[6]. Knol, W. H., Lauche, K., Schouteten, R. L., & Slomp, J. (2022). Establishing the interplay between lean operating and continuous improvement routines: a process view. International Journal of Operations & Production Management, 42(13), 243-273.
[7]. Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A conceptual model of lean manufacturing dimensions. Procedia Technology, 11, 1292-1298.