

## **KALIP AYAR SÜRELERİNİN SMED METODOLOJİSİ İLE İYİLEŞTİRİLMESİ: BİR YALIN ALTI SİGMA UYGULAMASI**

**Murat TANIK\***

### **ÖZET**

Daha küçük partilerle daha esnek üretimin gerçekleştirilebildiği üretim sistemleri, şirketler için günümüz pazar koşullarında çok önemli bir ihtiyaçtır. Ancak bu ihtiyacın önündeki en büyük engel uzun kalıp değişim süreleridir. Günümüzde pek çok şirket daha iyi kalite ve servis performansını yakalayabilmek için Yalın Üretim tekniklerinden ve Altı Sigma gibi yapısal yaklaşımlardan faydalanmaktadır. Hatta iyileştirme projelerinde daha iyi sonuçlar alınabilmesi için sıklıkla bu iki yaklaşımın bir arada kullanılması önerilmektedir. Bu çalışmada yalın üretim tekniklerinden biri olan ve daha hızlı iş değişimini mümkün kılan SMED yaklaşımının kuruluşun stratejik hedeflerine paralel olarak altı sigma projelerine nasıl entegre edilebileceği, otomotiv parçaları üreten büyük çaplı bir firmada yürütülen gerçek bir yalın altı sigma projesi incelenerek araştırılmıştır ve iki metodun entegrasyonu ile ilgili bulgular ortaya konmuştur.

*Anahtar Kelimeler:* Yalın üretim, altı sigma, SMED, kalıp değişimi.

### **Improving Changeover Performance with SMED Methodology: A Lean Six Sigma Application**

#### **ABSTRACT**

The need for small lot production and flexible production systems is rapidly increasing in today's dynamic market conditions. However long setup times are one of the biggest obstacles for succeeding these purposes. It is common that many companies are utilizing methods like Six Sigma and Lean Production for improving their product and service quality. Even combined usage of these two approaches for better results is often suggested in the literature. In this study integration of SMED methodology -a tool of lean production used for quicker changeovers- with six sigma is investigated by examining a real life lean six sigma project which is performed in a large sized automotive parts producer and findings for effective integration of Lean and Six Sigma have been shared.

*Key Words:* Lean production, six sigma, SMED.

#### **GİRİŞ**

Değişen müşteri istekleri, dinamik pazar koşulları, şirketleri, müşteri istek ve ihtiyaçlarını daha hızlı karşılama yeteneğini artırma konusunda baskı

---

\* Araş. Gör. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi.

### *Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması*

altına almaktadır. Bir diğer yandan artan teknoloji yatırımı ve enerji maliyetleri üretim şirketlerini daha yüksek verimlilikle ve daha yüksek esneklikle çalışmaya zorlamaktadırlar (McIntosh, vd. 1996). Değişen pazar koşullarına ve müşteri isteklerine hızlı tepki vermenin en önemli koşullarından birisi, küçük partilerle üretim yapma yeteneğini arttırmaktır. Küçük partili üretimler de sıklıkla kalıp değişimini gerektirir. Sıklıkla kalıp değiştirmek demek, mevcut koşulların sürmesi halinde kalıp ayar sürelerinin artması yani verimlilik ve işgücü kaybı anlamına gelmektedir. Ayar süreleri tüm üretim endüstrilerinde tüm makine ve istasyonlar için en yaşamsal parametrelerden bir tanesidir. “Ayar” (Setup) işlemleri birbirleri ile bağımlı olarak, sırasıyla ve üretimin başlamasından önce gerçekleştirilen bir dizi iş değişim (changeover) faaliyetidir ve ayar sürelerinin düşürülmesi daha yüksek üretkenlik sağlar. Pannesi (1995) e göre daha hızlı gerçekleştirilen ayarlar her çeşit üretim sistemi üzerinde aşağıdaki etkileri yaratırlar:

- Daha küçük üretim partileri ile üretimi olanaklı kılar,
- Ayara bağlı hurdaları azaltır,
- Ayar işçiliği maliyetlerini düşür,
- Üretim sistemini esnek hale getirir,
- Ürün teslim süresini azaltır,
- Üretkenliği ve makine kullanım oranlarını arttırır,
- İmalat maliyetini düşürür.

Her ayar işleminde, belirli sıra ile gerçekleştirilen çeşitli aktivitelerin kombinasyonundan oluşan temel bazı işler vardır. Bu işlerin yapılabilmesi için gereken zamana “ayar süresi” denir. Bu süre, ürünün tipine ve üretim sistemindeki kısıtlara bağlıdır. Bu zaman, ortadan tamamen kaldırılamasa bile pratikte bu sürenin olabileceğinden çok daha fazla uzamasına neden olan pek çok faktör üretim yapısı içinde tespit edilebilir. Standardizasyon eksikliği, aşırı yakın toleranslar, makinanın tasarımı, ayar parametrelerinin ölçülemez olması, yönetim ve insan hataları bunlardan bazılarıdır. Bu faktörlerin mevcut olmasının temel nedenleri araştırıldığında aşağıdaki bulgulara rastlanmıştır:

- Ayar alanına daha az ilgi gösterilmesi ve buna bağlı olarak üretim planlamada daha az çaba gösterilmesi sonucu, ayar işlemlerinin farklı sıra ile rastgele yapılabilmektedir.
- Ayar işlemlerinin standartlaştırılmış prosedürlerinin olmaması bir sorundur. Pek çok firmada ayar işlemlerini çalışanlar kendi kafasına

### *Murat TANIK*

göre gerçekleştirir, bu da üretim miktarını ve kalite maliyetini olumsuz etkiler.

- Daha kısa kalıp değişimi için kullanılacak sayısal tekniklerle ilgili farkındalığın oluşmamış olması önemli bir problemdir.
- Üretim sahasının düzensiz ve kirli olması üretim sahasında 5S çalışmalarının yapılmasını zorunlu kılar.
- Ayar için özel olarak hazırlanmış gerekli araçların mevcut olmaması ayarda beklenmeyen vakit kayıplarına yol açar. Üzerinde gerekli araç, fiktür ve yedek parçaların bulunduğu araç kitinin mevcut olmasına ve bunun ayar işleminde tanımlanmış belirli bir sıra ile kullanımına ihtiyaç vardır (Singh vd. 2010).

Ayar sürelerinin düşürülmesi için katma değer katmayan tüm faaliyetler elimine edilmeli, içsel işlemler yani makine duruş halindeyken yapılan işler dışsallaştırılmalı yani üretim sürerken yapılacak şekilde dönüştürülmelidir. Etkili ve verimli ayar işlemlerini başarabilmek işgücünün en iyi şekilde organize edilmesini ve rolü olan herkesin bu önemli işlemle ilgili bilinçlendirilmesi ve katılımının sağlanmasını gerektirir. Katma değer yaratmayan faaliyetlerin eliminasyonu, yalın düşünce ile yakından ilişkilidir, özellikle kalıp değişimlerinin daha etkili ve verimli yapılabilmesi için popüler araçlardan biri olan yalın üretim tekniklerinin en önemli yaklaşımlarından biri olan Shingo'nun (1985) öne sürdüğü SMED (Single Minute Exchange of Die: Kalıbın tekli dakikalarda değişimi) yaklaşımı kullanılabilir. SMED yaklaşımı, yalın üretim teknikleri içinde önemli yer tutmaktadır ve uygulamada olumlu sonuçlar doğurmaktadır. Bununla birlikte günümüz üretim işletmelerinde her türlü iyileştirme projesinin en yeni proje yönetim teknikleri, istatistik analizler ve diğer problem çözme araçları ile desteklenmesine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, Altı Sigma yaklaşımını yoğun olarak kullanan bir otomotiv yan sanayi tesisinde yürütülen bir Altı Sigma projesi analiz edilerek, altı sigma metodolojisinin yalın düşünce ile nasıl entegre edilebileceği ve özellikle yalın tekniklerden biri olan SMED yaklaşımını kullanarak nasıl somut finansal sonuçlara ulaşılacağı gösterilmiştir.

## **1. YALIN ÜRETİM VE ALTI SİGMA**

Yalın Üretim ve Altı Sigma, son yıllarda gözle görülür şekilde önem kazanmıştır. Farklı sektörlerde pek çok firma, Yalın Üretim ile ilgili uygulamalarını sergilemiş ve bunların üretim performansı üzerindeki pozitif etkilerini duyurmuşlardır. "Toyota Motor Company" nin yüksek üretkenliği ve

### *Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması*

kalite performansı da yalın üretim sistemi uygulamalarına dayandırılmaktadır. Buna benzer şekilde, Altı Sigma Uygulayan firmalar, belirgin finansal kazançlar sağladıklarını beyan etmişlerdir. Örneğin “General Electric”, Altı Sigma sayesinde 2 milyar dolar net gelir kazancı sağladığını bildirmiştir (Pande vd. 2000). Altı Sigma ve Yalın Üretim farklı köklere sahiptir. Altı Sigma Motorola firmasında doğmuş, daha sonra GE ve Allied Signal gibi pek çok Amerikan firmasında uygulanmıştır. Yalın üretim ise Toyota da doğmuş daha sonra Danaher ve Harley Davidson gibi Amerikan şirketlerinde uygulanmıştır. Altı Sigmanın gelişiminin altında çok bileşeni olan karmaşık ürünlerin üretiminde nihai ürünün kusurlu olma olasılığının yüksek olmasından kaynaklanan kalite iyileştirme ihtiyacı yatmaktadır. Oysa yalın üretimi ortaya çıkaran unsur sınırlı doğal kaynaklara sahip bir ülke olan Japonyada israfların ortadan kaldırılması ihtiyacıdır. (Arnheiter ve Maleyeff, 2005)

Altı sigma, bugün, maliyet kazançları ve müşteri tatmini açısından ne kadar etkili bir yöntem olduğu konusunda kendini ispatlamıştır. Yaklaşım, vakitlerinin çoğunu veya tümünü iyileştirmeye adanmış “kara kuşak”lar veya vakitlerinin bir bölümünü iyileştirmeye ayıran “yeşil kuşak”ların yönetiminde, proje-proje yürütülen iyileştirmelere dayanır. Proje takımları DMAIC yaklaşımının fazları olan Define-Tanımla, Measure-Ölç, Analyse-Analiz Et, Improve-İyileştir, Control-Kontrol Et aşamaları süresince çok sayıda istatistiksel araç ve kalite iyileştirme tekniği kullanırlar. Altı sigma, stratejik, şirket çapında bir yaklaşımdır ve varyasyon azaltmaya odaklanarak maliyet azaltmayı ve müşteri memnuniyetini eşzamanlı olarak başarmayı hedefler (Bendell 2006). Kalitenin yanı sıra, erişilebilirlik, güvenilirlik, teslimat ve servis performansı da iyileştirmelerin içerisinde yer almaktadır. Bunların yanı sıra altı sigma programları personel eğitimlerinin resmileştirildiği ve etkinliğinin arttığı bir sistemi beraberinde getirir. Müşteri memnuniyetine etki etme potansiyeline sahip tüm çalışanlar temel problem çözme yeterliliğine kavuşturulurken, diğer ekip elemanları diğer projelere danışmanlık yapacak düzeyde ileri düzeyde eğitimle donanırlar. (Arnheiter and Maleyeff, 2005)

Toyota da doğan yalın üretim ise Altı Sigma’dan farklı olarak israfları ortadan kaldırarak performans iyileştirmeye odaklanır. Yalın üretim, öncülüğünü Taichi Ohno ve Shigeo Shingo nun yaptığı bir felsefe, prensipler kümesi ve bir demet teknik olarak tanımlanabilir (Shaha vd. 2008). Amerikan üretim sistemini ve özellikle başarıları örnek gösterilen Ford’u yakından inceleyen Ohno, buralarda uygulanan biriktir ve beklet modeline dayalı büyük hacimli partilerle gerçekleştirilen yapıyı incelemiş, bu anlayışın kalite problemlerine ve hantallığa yol açtığını görmüş ve buradaki anlayışın aksine

### *Murat TANIK*

tam zamanlı üretim sistemini önermiştir. Zamanla bu sistem gelişerek daha kapsamlı bir hal almış ve yalın üretim sistemine dönüşmüştür. Yalın üretim sistemi, ölçek ekonomisinden doğan ve kalıp değişimlerinin külfetini engellemek için ortaya çıkan “biriktir ve beklet” modelinin aksine, küçük partilerin üretildiği ve nihai olarak tek parça akışın sağlandığı bir yapıyı teşvik eder. Bu sistemde ürünler müşteriden tedarikçi yönüne çekilerek üretilir. Yalın üretim, israfın yani ürüne değer katmayan tüm faaliyetlerin ortadan kaldırılması ile değer zincirinde sadece değer yaratan faaliyetlerin kalmasını hedefler ve bu durum mükemmellik olarak nitelenir (Arnheiter vd. 2005).

Her iki yaklaşım incelendiğinde, çarpıcı benzerlikler ve bazı önemli farklılıklar göze çarpmaktadır. En belirgin örtüşme kalite yönetimi alanında ortaya çıkmaktadır. Yalın uygulayıcılar süreçleri tanımlarken ve performanslarını ölçerken sıklıkla istatistiksel süreç kontrol ve süreç yetenek analizlerini kullanırlar (McLachlin 1997, Shah ve Ward 2003). Benzer şekilde Altı Sigmanın da tanımının başköşesinde ileri istatistik tekniklerin yoğun kullanımı yer alır. (George 2002, Evans ve Lindsay 2005). Yalın uygulamalar süreçlerin akış düzenlemesine odaklanırken altı sigma teknikleri kök nedenlerin belirlenip yok edilmesine odaklanır. Bunun yanı sıra yalın üretim süreçlerde envanter, malzeme akışı ve güvenlik gibi görünen problemlere odaklanırken Altı Sigma daha çok görünmeyen süreçlerdeki varyasyon gibi konulara yoğunlaşır. (Evans ve Lindsay 2005, sf. 498). Çoğu araştırmacı iki yaklaşım arasında farklılıktan çok benzerlik olduğunu savunur, ancak yine de çalışan katılımı açısından belirgin bir farklılık vardır; Altı Sigma paralel organizasyon yapısında kara kuşaklar ve uzman kara kuşaklar aracılığıyla yayılırken, yalın, doğrudan süreç çalışanlarının aynı zamanda iyileştirmelerde de yer alması gerektiğini vurgular. (Shaha vd. 2008). Yalın yönetimin sadece destekleyicisi olduğu saha çalışanlarının içinde bulunduğu çapraz fonksiyonlu kendini yöneten takımların yalın araçları kullandığı bir yaklaşımdır. Oysa Altı Sigma da yönetim belirli finansal ve stratejik amaçlara göre projeler seçerek ve iyileştirme projelerini izleyerek ve onlara şampiyonluk yaparak aktif rol oynar. Altı Sigma, iyileştirme uzmanları tarafından yapısal bir metot kullanarak varyasyonu azaltmayı ve yüksek performansı hedefleyen bir geçirim metodudur (Schroeder vd. 2008, p. 10, Shaha vd. 2008).

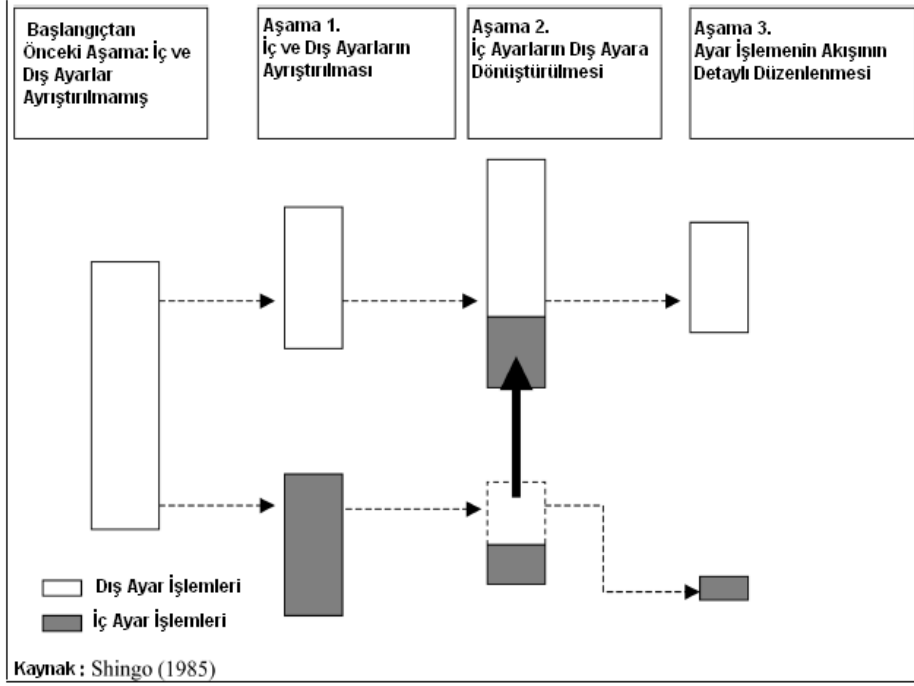
Bu iki metot arasındaki benzerlikler ve her ikisinin de sürekli iyileştirme ihtiyacına verdiği yanıtlarla ilgili tartışmaları Arnheiter ve Maleyeff (2005) bir aşama ileri götürmüş ve altı sigma ile yalın üretimin en iyi ne şekilde entegre edilebileceğini sorgulamıştır. Yalın firmaların Altı Sigmadan, Altı Sigma uygulayıcısı firmaların da yalından öğrenecek pek çok şeyi vardır.

### ***Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması***

Örneğin yalın firmaların karar vemedde veri analizlerinden daha fazla faydalanması kalite problemlerine daha iyi çözümler üretmesine yardımcı olacaktır. Burada daha önemli olan ve bu çalışmanın da bakış açısını ortaya koyan soru ise acaba altı sigma firmalarının yalın üretimden nasıl faydalanacağıdır. Rekabetçi bir firma kaliteli ürünler üretmek kadar yüksek kaliteli servis de sunmayı hedeflemelidir. Biriktir ve beklet modeli uygulayan bir firma altı sigma kalite seviyesine ulaşmış olsa bile hala müşterilerine düşük kalite seviyesinde hizmet sunma riski taşımaktadır. Siparişe çalışan bir firma ürün tamamlanma sürelerini düşürerek daha hızlı teslimatı başararak veya söz verilen termin sürelerini daha yüksek oranda tutturarak rekabet gücünü arttırabilir. Ürün tamamlanma sürelerinin düşürülmesi stoğa üretim yapan bir firmada bile öngörülmemeye çabalarını azaltarak ve stokların daha hızlı yenilenmesini sağlayarak şirketin envanter çevrim oranını ve gelirlerini artırır. Altı Sigma firmaları, eğitimlerine, israfı yok etmeyi hedefleyen kaizen, ayar sürelerinin düşürülmesi, değer akışı haritalama gibi yalın üretim metotlarını da katmalıdır (Arnheiter ve Maleyeff 2005). Bu çalışmadaki uygulamada da iki tekniğin entegrasyonu halen Altı Sigma metodunu kullanan firmada ekiplerin öncelikle yalın tekniklerle ilgili eğitilmesi ve bu araçlarla donatılması, daha sonra belirli stratejik hedeflerin başarılması için teslim süreleri ile ilgili metrikleri iyileştirecek projelerin oluşturulması ve hayata geçirilmesi ile başarılmıştır.

## **2. SMED METODOLOJİSİ**

Şirketlerin küçük partilerle üretim yapabilme yeteneği üzerindeki en önemli kısıt faktörü kalıp değişimi sırasında oluşan iş ayar süreleridir. Hızlı kalıp değiştirme ve çabuk yapılan ayar işlemleri, deneme üretimlerinin ortadan kaldırılması ve küçük partili esnek üretim yapısını mümkün kılar. Bu ihtiyaç, değişen pazar taleplerine hızlı tepki verebilmek için makinelerin daha verimli çalışması, istasyonların yüksek OEE (Toplam ekipman verimliliği) lere ulaşması ile mümkündür. Küçük partili, esnek üretim sistemlerini başarabilmek amacıyla Shingo (1985) 1950 den itibaren 18 yıl boyunca, öncü yaklaşım olan SMED metodolojisini geliştirmiştir. Shingo nun tekniği, ayar işlemleri için hem gerekli teoriyi hem de ayar işlemlerini 10 dakikanın altına indirmek için ihtiyaç duyulan pratik uygulamaları içerir. Shingo'ya (1985) göre SMED her fabrikada her makineye uygulanabilir bir yaklaşımdır. Shingo nun metodunun en önemli ilk adımı, sadece makine kapalıyken yürütülebilen iç ayar işlemlerini makine çalışırken de yapılabilecek dış ayar işlemlerinden ayırmaktır. Shingonun metodunun geleneksel gösterimi şekil 1. de sunulmuştur.



Şekil 1. SMED ile iç ve dış ayarların ayrıştırılması

SMED sadece ihtiyaç duyulandan daha düşük kapasiteye sahip darboğaz noktalarına uygulanabilir. Darboğaz oluşturan makine veya ekipman belirlendikten sonra mevcut iş değişim süresi, metodu, ekipman ve araçlar ile ilgili veriler toplanmalıdır. SMED' in üç aşaması şöyle özetlenebilir:

- Neredeyse tüm ayar işlemleri, önceki üretimin tamamlanmasından sonra gerçekleştirilir. Bu durumu düzeltmek ve ayar süresini düşürmek için yürütülen faaliyetler imalat dışı (offline) ve imalat içi (online) faaliyetler olarak ayrılmalıdır. İmalat dışı faaliyetler önceki ürünün üretiminin bitmesinden önce tamamlanabilir. İmalat içi faaliyetler ise önceki partinin üretimi tamamlandıktan sonra yürütülebilir. Böylelikle ayar süresi sadece bu imalat içi süre ile sınırlanmış olur. Shingo'ya (1985) göre sadece bunun sağlanması ayar süresinde %30 ile %50 arasında iyileştirme sağlar.

- Bu safha, üzerinde çalışılan makine üzerinde bir kalıp sökülürken veya yeni kalıp takılırken yürütülen faaliyetler üzerine yoğunlaşır. Burada çabalar, imalat içi faaliyetlerin imalat dışına yani henüz önceki partinin

### *Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması*

üretiminin sürdüğü zaman diliminde yapılacak şekilde dönüştürülmesine odaklanır. Bu çabalar ilk aşamadaki değişikliklerle birlikte toplam ayar süresinin %75 oranına kadar azaltılmasını sağlayabilir.

- Son aşamada ise, hem iç ayar faaliyetleri hem de dış ayar faaliyetleri en ince detayına kadar incelenerek düzenleme ve iyileştirmeler yapılır.

SMED çalışması sırasında ayar işleminin basitleştirilmesi ve standardizasyonu için metot çalışmaları, değer akış haritalama, sebep sonuç analizi, pareto analizi gibi araçlardan faydalanılabilir. Bu aşamanın sonundaki değişiklikler ve standardizasyon ile birlikte toplam ayar süresinde %90 oranında düşüşün başarılması sözkonusu olabilir. (Singh vd. 2010)

### **3. UYGULAMA**

Uygulama, otomotiv yan sanayinde aks kovani üretimi yapan büyük ölçekli bir kuruluşta uygulanan 2007-2010 yılları arasında yürütülen altı sigma çalışmalarının üçüncü fazında gerçekleştirilen 7 projeden bir tanesini ele almaktadır. Kuruluş geçmişte de kalite iyileştirme projeleri gerçekleştirmiştir, ancak bu projeler çoğunlukla operatörlerin ve mühendislerin önerdiği noktasal sorunların çözümüne yönelik küçük çaplı projelerden ibarettir, katılım çoğunlukla gönüllülük esasına dayanmıştır ve sonuçta finansal getirileri kısıtlı olmuştur. Yönetim, bu kez ürün kalitesi ve müşteri memnuniyetinin artırılması konusunda daha karardır ve daha zorlayıcı bir tutum takınmaya karar vermiştir. Yönetim, ürünün hatasızlığına ve süreç etkinliğine odaklandığı ve istatistiksel düşünce tarzını esas aldığı için altı sigma metodolojisini kullanmaya karar vermiş ve altı sigma çalışmalarını başlatmıştır. Yönetimin 4.yılın sonunda, milyonda en fazla 3,4 kusurlu ürünün üretildiği altı sigma seviyesindeki süreçlere sahip olmak ve aynı zamanda beş adet kara kuşak ve otuz adet yeşil kuşak sahibi çalışana kavuşmaktır. Projelerin ilk iki fazında oldukça başarılı projeler yürütülmüş ve şirket altı sigma uygulamalarından 1 milyon dolar civarında getiri elde etmiştir İlk iki fazda yürütülen projeler, odağı şirketin dünya pazarındaki yerini kuvvetlendirebilmesi için ürün kalitesi üzerine odaklanmıştır. Projelerin 3. fazında kuruluş değişen pazar koşullarına uygun olarak stratejik kararlarını güncellemiştir Yönetim ürün kalitesinde belirgin iyileştirilme sağlandığına karar vermiş ve odağın maliyetlerin düşürülmesi ve daha esnek üretim koşullarının sağlanmasına kaydırılmasına karar verilmiştir. Bu kararlara paralel olacak şekilde 7 adet yeni proje belirlemiş ve 7 adet yeni iyileştirme takımı oluşturmuştur. Projelerin 3. yılında başlanan bu 7 projenin 3



*Murat TANIK*

tanesi sürecin tamamına odaklanmak yerine DPMO seviyelerinde ve maliyetlerde artışa neden olan kronikleşmiş problemler üzerine odaklanmıştır. Bir proje, belirli bir kalite özelliğini iyileştirmek ve buna bağlı oluşan hasarlı muayene maliyetlerini düşürmek amacıyla seçilmiş. Bir proje, belirli bir sürece ait çevrim sürelerini düşürme amacıyla ve biri darboğaz oluşturan operasyonda kalıp değişim sürelerinin düşürülmesi amacıyla, bir diğeri ekipman verimliliğini arttırmak üzere makine duruşlarını azaltmak amacıyla başlatılmıştır. Bu safhada altı sigma eğitimleri seçilen proje takımları ile “yalın” araçlar da dahil edilerek tekrarlanmış ve bir aylık süre sonunda projeler başlatılmıştır. Bu çalışmada incelenecek proje “Mossini Preste Kalıp Değişim Sürelerinin Düşürülmesi Projesidir” Projenin ilk aşaması olan tanımlama aşamasında öncelikle proje beyanı hazırlanmış ve tablo 1. deki çıktılar elde edilmiştir. Proje beyanında projenin seçim nedeni, problemin anlatımı, projenin amaçları, kapsamı, kısıtlar, proje takımının rol ve sorumlulukları, finansal kazanç ve maliyetler açıklanmıştır. Tabloda da görüleceği üzere proje hedefi Mossini preste ayar işlem süresinin ortalama 141 dakikadan %36 azaltılarak 90 dakikaya düşürülmesi olarak belirlenmiştir.

**Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması**

**Tablo 1. Onaylanmış Orijinal Proje Beyanı**

<b>PROJE BEYANI (PROJECT CHARTER)</b>			
<b>Proje Adı :</b>	GÖVDE FORM KALIPLARI SET-UP SÜRELERİNİN AZALTILMASI, AÇINIMLARIN OPTİMİZE EDİLMESİ, 5S	<b>Etkilenen Ürünler :</b>	Tüm Gövde Yarımaları
<b>Sponsor :</b>	Mehmet A (GM)	<b>Şirket Adı &amp; Yeri :</b>	EXE ,A.Ş. İzmir
<b>Şampiyon :</b>	Salih K (GMY Teknik)	<b>Telefon No :</b>	
<b>Kara Kuşak Adayı :</b>	Alper S (Üretim)		
<b>Yeşil Kuşak Adayı :</b>	Görkem Ö (Ar-Ge )		
<b>Takım Üyeleri :</b>	Mehmet C (Ar-Ge) Muzaffer Ç (Üretim) Allattin Ö ( Üretim) Şenol H (Kaliphane) Ayhan A (Teknik Hizmetler) İsmail B (Muhasebe - Finans Temsilcisi)		
<b>Süreç Sahibi</b>	Üretim Müdürü- Şükrü Ş		
<b>Başlangıç Tarihi :</b>	16.03.20XX	<b>Bitiş Tarihi :</b>	27.08.20XX
<b>PROJE DETAYLARI</b>			
<b>Proje Tanımı :</b>	Gövde Form Kalıpları Set-up Sürelerinin Azaltılması , Gövde Açınımının Optimizasyonu , 5S Uygulaması		
<b>Proje Seçim Nedeni :</b>	Müşterilerimize 20XX yılı için verilen indirim sözü nedeniyle iyileştirmelere gereksinim duyulması , EXE A.Ş. Genel Müdürlüğü'nün 20XX yılı içinde \$1.000.000 net ölçülebilir iyileştirme getirisi sağlanması ve 20XX yılında potansiyel sipariş azalması öngörülerine üzerine, yapılan proje araştırmaları sonucunda gövde form kalıpları set-up sürelerinin düşürülerek Z1148 Mossini Pres kapasitesinin artırılması ve maliyetlerin düşürülmesi. Karlılığın artırılması		
<b>Proje Yapılmamasının Sonuçları :</b>	Maliyetlerimiz rekabetçi düzeyde olamaz. İş kaybı. Kısıtlı zaman nedeniyle kalite problemleri baş gösterir. Fiyat indirimleri gerçekleştirilemez. Bakım için yeterli zaman sağlanamaz. Moral ve isteklendirme düşüşüne neden olur.		
<b>Problem:</b>	Aralık 20XX dan bu yana Z1148 Mossini Preste sıcak basma kalıp değişimlerinin ortalama 137 dakika sürmesi ve aylık Pres Hattında İş gücü ve Kapasite kaybına sebep olması. Aylık 4658 TL maliyet yaratması.		
<b>Hedef :</b>	Z1148 Mossini Preste Sıcak basma kalıp ayar sürelerinde kaybedilen zamanın %35 Azaltılması. Set up süresinin 90 dak ya düşürülmesi.		
<b>Proje Fiziksel/ Finansal Fayda ve Maliyetler :</b>	Direkt olarak 21592 YTL , İnderkt olarak 17040 Gövde daha fazla basılabilecek boş zaman	<b>Proje Fiziksel / Finansal Olmayan Fayda ve Maliyetler :</b>	<b>İndirek Kazanç :</b> soldan al/ Açınım başına Doğalgaz sarfiyatının azaltılması, Müşteri memnuniyeti / Know-How
<b>Proje Kapsamı :</b>	Z1148 Mossini Pres		
<b>İş Sonuçları :</b>	Sıcak basma kalıp ayar sürelerinde kaybedilen zamanın azaltılması İşçilik maliyetlerinin düşürülmesi. Optimize edilmiş açınımlar.(gövde karşılamama problemi oluşan sonucu oluşan zaman kayıplarının 5S. Daha etkin İş sağlığı ve İş güvenliği.		
<b>Riskler ve Sınırlar</b>	<b>Riskler</b> - 27.08.20XX tarihine kadar doğacak yeni aparat/takım ihtiyacının karşılanamaması - Projenin gerçekleştirilmesi için yapılacak çalışmaların aşırı maliyet yaratması <b>Süreç Sınırları</b> - Z1147 Tav firmı , Z1148 Mossini Pres - Z1151 Soğutma Kulesi		
<b>Kaynak / Destek :</b>	Sponsor : Finansal destek Muhasebe : Maliyet hesaplama çalışmaları Satınalma / Mühendislik : İlgili aletlerin tedariki Teknik Hizmetler : Fikstür/aparat dizayn ve imalatı (ihtiyaç durumunda) Üretim/Kalite : Ölçüm desteği /Süreç izleme		
<b>Proje Bütçesi :</b>	Toplam kazancın %20 miktarı harcama yapılması öngörülmüştür. ( 4.250 YTL)		
<b>Harcama İmzaları :</b>	6 SIGMA SAMPİYONU	<b>Onaylı/ Onaysız Harcamalar :</b>	Proses Yürüyüşü, Toplantılar, Deneme
<b>Toplantı Planı :</b>	Her Salı ve Perşembe günleri 17:00- 19:30 arasında ve ihtiyaç duyulan günlerde		
<b>Çalışma Planı :</b>	Eki dosyada oluşturulmuştur.		
<b>Şampiyon : Salih K</b>		<b>Süreç Sahibi: Şükrü Ş</b>	

**Murat TANIK**

Proje ekibi, üretim, kalıphane, ar-ge, teknik hizmetler ve maliyet ve kazanç hesabının onayı için finans bölümlerinden oluşturulmuştur. Projeden 21592 TL lik direkt kazanç beklenirken proje bütçesi bu rakamın %20 si olan 4250 TL olarak tahmin edildi. Kalıp ayar süreleri ile maliyet hesapları tablo 2. de verilmiştir. Burada toplam yıllık maliyetler hesaplanmış ve iyileştirmelerin ne kadarlık gelir getireceği ile ilgili tahminler belirtilmiştir.

**Tablo 2. Maliyetler ve Kazanç Beklentileri için Excel Tablosu**

SICAK BASMA KALIP DEĞİŞİM SÜRESİ MALİYET HESABI					
AY	AYAR ADEDİ	AYAR SÜRESİ	Z1148 ÜRETİM ADET	ÜRETİM ADET	
OCAK	31	4490	DAK.	12383	21158
ŞUBAT	28	4025	DAK.	16582	21422
MART	29	4095	DAK.	16360	18146
ORTALAMA AYAR ADEDİ	4232,66667	4203	DAK	15108,33333	
ORTALAMA İŞÇİLİK MALİYETİ		11,20	YTL		
AYAR SÜRESİ		70,1	SAAT		
TOPLAM AYLIK MALİYET		4708	YTL A	(Ayar Süresi* İşçilik Maliyet* 6 Operator)	
<b>YILLIK TOPLAM MALİYET</b>		<b>56501</b>	<b>YTL</b>		
<b>DİREKT KAZANÇLAR</b>					
<b>DOĞALGAZ KAZANÇ :</b>					
FIRINDA HARCANAN YAKIT	450°C DEN 500° YE ÇIKMAK İÇİN 8,95m3 doğalgaz harlandı.				
M3 fiyat	0,54	m3 kullanım	6,15	Aylık ort. Ayar sayısı	29,5
					97,9695 YTL
					<b>1175,634</b> YTL YILLIK
<b>HEDEF İYİLEŞTİRME</b>	KALIP AYAR SÜRESİNİN %35 AZALTILMASI				
KAZANÇ	4203 DAK	yı %35 iyileştirerek		<b>1471</b>	kazanılacak
12 ayda toplam süre	17654	dak	yani	<b>294</b>	saat kazanç
291 saatlik kazancın getirileri	SAAT	ÇALIŞAN KİŞİ	İŞÇİLİK MALİYETİ(YTL)	TOPLAM	
DİREKT:	294	6	11,2	<b>19772 YTL</b>	
				GENEL TOPLAM	<b>20948 YTL</b>
<b>İNDREKT KAZANÇ</b>					
TEZGAHTA KAZANÇ(SAAT)	294,233333	39,2	13,1		
ÜRETİM KAP.(ADET/VAR.)	439			<b>17222</b>	adet Gövde Yarımı
DİNGİL	460	adet	10%	46	
MACK	320	adet	15%	48	
7-11mm	480	adet	50%	240	
13 - 18mm	420	adet	25%	105	
				<b>439</b>	adet
Basilabilecek Gövde	Kovan Satış Rakamı			TOPLAM TUTAR	KAR %5
8611	\$300,00			\$2.583.369	<b>\$25.834</b>

***Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması***

Direkt kazançların yanı sıra, projenin başarılı olması halinde, mevcut üretim yapısı içinde sağlanan yıllık zaman kazancı ile 8520 adetlik kapasite artışının başarılacağı öngörülmüştür. Bunun yanı sıra parti hacimleri küçültülebilecek ve değişen müşteri isteğine hızlı tepki verebilmek mümkün olabilecektir. Yalın Altı Sigma Projesinin “Tanımlama” aşamasının ikinci çıktısı olan süreç haritası önceden tanımlanmış operasyon talimatına uygun olarak güncellendi. Ekip bu talimat ve süreç haritası ile önce sürecin sonundan başına sonra başından sonuna hazırlanan soru listelerini kullanarak süreç yürüyüşlerini (process walkthrough, Harrington 1998) gerçekleştirdiler. Böylece ekibin tamamının yürütülen operasyonlarla ilgili bilgi sahibi olması sağlandı ve sürecin gerçekleştirilmesi sırasında talimatlarla pratik arasındaki farklılıklar ve uygunsuzluklar belirlendi. Son olarak projede üzerine odaklanacak CTQ de (Critical to Quality - Kalite İçin Kritiklik) “kalıp ayar süresi” olarak belirlendi.

Yalın-Altı Sigma Projesinin ikinci aşamasında yani “Ölçme” aşamasında kalıp ayar işlemleri üzerinde nasıl veri toplanacağı ile ilgili veri toplama planları oluşturulmuştur.

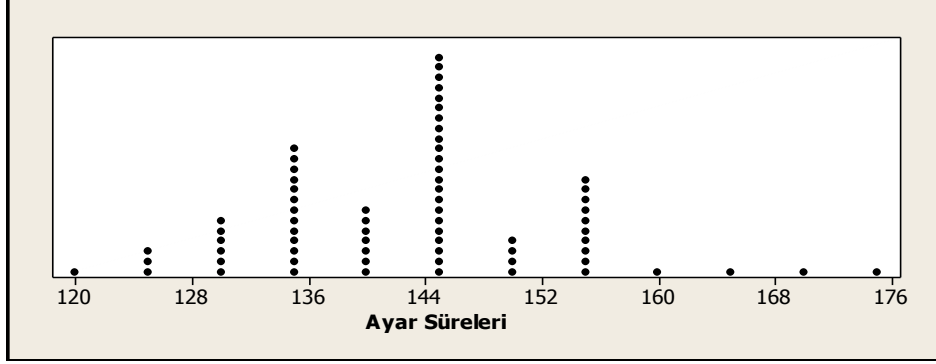
**Tablo 3.** Veri Toplama Formu

<b>VERİ TOPLAMA PLANI FORMU</b>				
<b>PROJE: Kalıp Ayar Sürelerinin Kısaltılması &amp; 5S</b>				
<b>VERİ</b>			<b>OPERASYONEL TANIMLAMALAR VE PROSEDÜRLER</b>	
<b>ÖLÇÜ MADİ</b>	<b>ÖLÇÜM TİPİ/VERİ TİPİ</b>	<b>NASIL ÖLÇÜLDÜ</b>	<b>ÖLÇÜM ALANI</b>	<b>NASIL KAYDEDİLECEK</b>
Kalıp Set-Up süresi	SÜRE (SN)	VIDEO KAYDI	MOSSİNİ PRES VE KALIP BEKLEME ALANI	TOPLANTI- VERİ ANALİZİ FORMU (SMED)
Kalıp Set-Up süresi	SÜRE (SN)	KRONOMETRE	MOSSİNİ PRES VE KALIP BEKLEME ALANI	KALIP SET-UP TAKİP FORMU
Genel Yerleşim 5S	YERLEŞİM	PROSES YÜRÜYÜŞÜ	MOSSİNİ PRES VE KALIP BEKLEME ALANI	FOTOĞRAFLAR

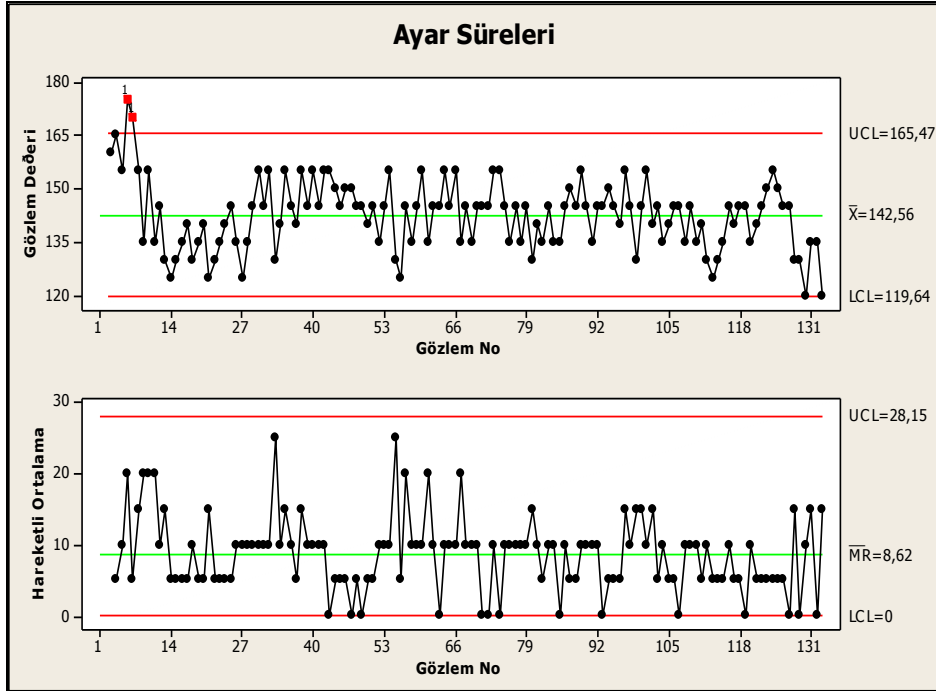
Kalıp ayar süreleri önemli bir etken olduğundan proje öncesine ait 4 ay boyunca Mossini presteki ayar süreleri kayıt altına alınmıştır. Bu veriler I-MR kartı ile incelenmiş (Şekil 1) ve özel sebepli varyasyon kaynakları araştırılmıştır. Ortalama ayar süresi yeni toplanan veriler ile 137 dakika, ayar

*Murat TANIK*

sürelerinin standart sapması 9,73 olarak hesaplanmıştır. Ayar sürelerinin dağılışı şekil 2. de gösterilmiştir.



Şekil 2. Ayar Sürelerinin Dağılışı



Şekil 3. Ayar Süreleri için I-MR Kartı

**Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması**

**Tablo 4. Ayar İşlemleri için Ölçümler**

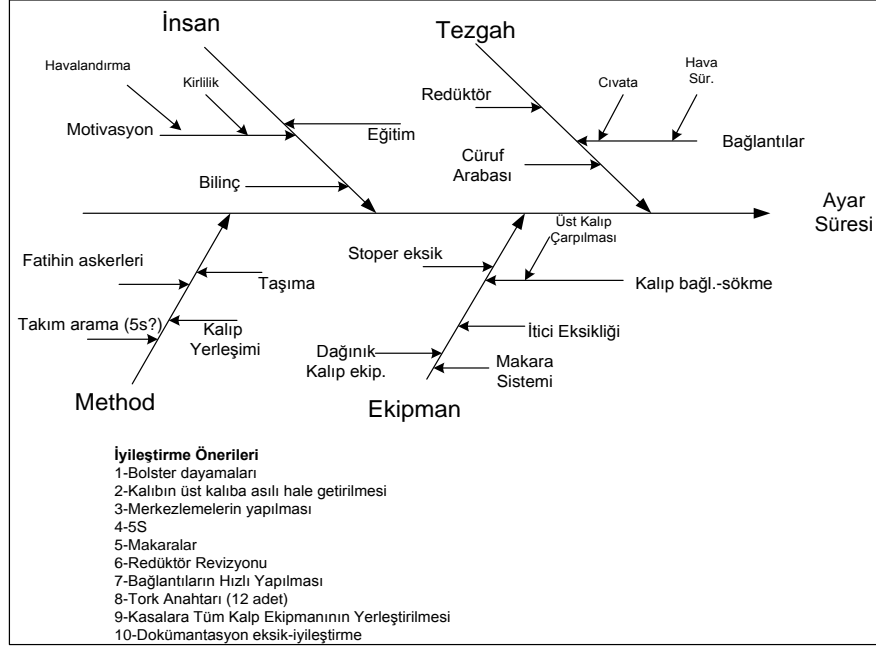
SICAK BASMA KALIPLARI AYAR KALIP SÜRELERİNİN KISALTILMASI							
Sıra	İşlem	Süre (sn)	Yeni süreler	Mevcut ayar cinsi	Düzeltilici faaliyet	Sorumlu	Son Durum
<b>KALIBIN SÖKÜLMESİ</b>							
1	Hava tutma - Bolster tablası ve çevre temizliği	7'10"	2'	iç	1. Operator organizasyonu	MÇ-AS-AÖ	OK
2	Kalıp curuf kazanın açılması				2. Eğitim	MÇ-AS-AÖ	1/2
3	Yerlerin temizlenmesi				3. Hareket şeması	MÇ-AS-AÖ	1/2
					4. Kazanın revizyonu bolstıra kadar uzatılma	MÇ-AS-AÖ	NOK
4	Göbek millerinin çıkarılması	9'40"	5' 30'	iç	1. Destek takozu revizyonu	AA+MÇ+ŞH	NOK
5	Makaralar ( Tav fırın tarafı sökülmesi )				2. Hava Borusu Quick Kaplin & Mikanatis	GÖ+MC	NOK
6	Sabit bant ve destek takozu sökülmesi				3. 1adet M24 mekanik clamp fiyat teklifi alınacak	GÖ+AA	NOK
7	Alt kalıp civatalarının sökülmesi				4. M30 (AA46) cırcır kolu fiyat teklifi	GÖ+AA	OK
8	Curuf kazanın çıkarılması temizlik				5. Curuf kazanı tekerleklerinin revizyonu & kolay çıkarma temizlik	MÇ-AS-AA	OK
9	Üst kalıbın gevşetilmesi	8'	5'	iç	1. Redüktör Revizyonu	Bakım+AS	OK
10	Redüktörlerin takılması				2. Sökme sistemi için planga sistemleri	GÖ+AS+MC	NOK
11	Redüktör halatlarının kalıba takılması				3. Makaraların yenilenmesi	Bakım+AS	OK
12	U- civataların alınması				4. Serbest halde redüktör halatının çekilmesi	GÖ+AS+MC	NOK
13	Kalıbın itici millerden kurtarılması	13'10"	7' 30"	iç	Bolsterin. pres koçuma bağlanır hale getirilmesi (Bolstera mapa bağlantısı bu deliklerden yapılacak)	GÖ+AS+Tek. Hiz.	NOK
14	Kalıbın araba üzerinde dışarıya alınması.				Yükleme arabasının geliştirilmesi. makaraların bolster altına sürülmesi		NOK
15	Kalıbın araba üzerinden üst tablanın alınması	13'	7' 30"	iç	Presten çıkan kalıbın komple stok alanına alınması	MÇ+GÖ+AS	OK
16	Kalıbın araba üzerinden bolsterin alınması			iç	Bağlanacak kalıbın bekleme alından hazır olarak alınması		OK
		54	27' 30				
		3240	1650				
<b>KALIBIN BAĞLANMASI</b>							
17	Kalıbın araba üzerinden bolsterin alınması				Bağlanacak kalıbın bekleme alından hazır olarak alınması		OK
18	Arabadan bolsterin indirilmesi (3 kişi)	3' 40"	2' 30"	iç	Kalıp yerleşim alanlarının düzenlenmesi	Yukanda	OK
					Mapa bağlantılarının yapılması		NOK
19	Bolsterların iticilere denk getirilmesi	12'	10'	iç	Bolsterların yeni tekerlek ve redüktör ile hızlı bir şekilde taşınması	M.Ç. - G.Ö. - A.S.	NOK
					stoper dayamaların yaptırılması		NOK
20	Bolster Bağlama (4 kişi)	3'	3'	iç	Hızlı bağlama clamp tork anahtar(cırcır kolu)	Yukanda	NOK
21	Üst kalıbın bağlanması	5' 35"	4'	iç	Merkezlemenin dışarıda yapılması	M.Ç. - TT - Ş.H	NOK
					alt üst kalıp merkezleme için kullanılan U parçalar - kare parçalar		NOK
					plazmada U lar kesilecek.(çaptan işleme kesme)	A.A. - M.Ç.	NOK
22	Bolster in itici ayarlama hava temizleme	2'	2'	iç	Özel iticiler (ürün için)		
23	Açınım dayama stoper hazırlama	3'	2'	iç	özel stoper (tırnaklı dayama )	S.H. - A.A. - M.Ç.	NOK
	alt tablanın sıkılması tamamlandı		2'	iç	kesit genişlikleri yakın ürün grupları için - 1 takım		
					deneme amaçlı hemen yaptırılacak		OK
24	sikmalar zor yapıyor.Eski plaka üst plakaları bombeleştirilmiş. tav fırınına malzeme yüklenmeye başlandı.	3'	7'	iç	Plakanın taranması	A.S. - G.Ö.	NOK
25	Ayakların bağlanması	2'		iç	Cırcır kolu	A.A. - G.Ö. - A.S	NOK
26	curuf kazanı	2' 30"		iç	Sökme sırasında karar verilen iyileştirmeler.		
27	bantın komple hazır hale gelmesi.	1' 40"		iç			

*Murat TANIK*

Bu verilerin sorgulanmasından sonra analiz aşamasına geçildi ve ayar süresinin uzamasına neden olan kök nedenlerin araştırılması için video kaydı desteği ile ayar işlemleri tek tek tanımlanmaya başlandı. Böylece ayar işlemi için hangi faaliyetlerin iç setup hangilerinin dış setup olarak gerçekleştirildiği belirlendi ve her işlemin ne kadar sürdüğü de kayıt altına alındı. Bununla ilgili bulgular tablo 4. te sunulmuştur.

Projenin bu noktasında “iç ayarlar”, yani makine duruş halindeyken yapılan ayar işlemlerinden hangilerinin makine henüz çalışmaya devam ederken yapılabileceği belirlendi. Bunun için hangi düzenlemelerin yapılabileceği tartışılmaya başlandı. Bunun için Shingo’ nun (1985) önerdiği kontrol listeleri hem ekipman için hem de fonksiyon kontrolleri olarak “iyileştirme” fazından sonra güncelleştirilmek ve proje sonunda üretim müdürünün onayına sunulmak üzere taslak olarak hazırlandı.. Dış ayar olarak gerçekleştirilebilecekken iç ayar olarak gerçekleştirilen işlemlerin belirlenerek dış ayara dönüştürülmesinden sonra SMED, iç ayar işlemlerinin iyileştirilmesi üzerine odaklanır. Projede ele alınan büyük Mossini preste çalışan devasa kalıplar için bu dönüşüm yeterli değildir, çünkü pres durduktan sonra yapılan işlerde otomatizasyon olmadığından insan gücü yoğun rol oynar ve iç ayar işlemleri halen çok süre alır. Proje ekibi, bu noktada toplanan veriler ve video görüntülerinden de faydalanarak, balık kılçığı ve beyin fırtınası tekniklerini bir arada kullanmış ve iç ayar işlemlerini detaylı bir şekilde inceleyerek, süre üzerinde etkisi olma potansiyeli olan tüm faktörleri belirlemişler ve iyileştirme önerilerini güncellemişlerdir. Ekibin kullandığı balık kılçığı diyagramı şekil 4. te verilmektedir.

**Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması**



**Şekil 4.** Balık Kılıcı Diyagramı (Ishikawa veya Neden Sonuç Diyagramı)

Ayar Sırasında en çok süre alan işler ve bunların nedenleri Tablo 5. de listelenmiştir. Projenin “iyileştirme” aşamasında tablo 5. de tespit edilen tüm kök nedenler ve iyileştirme önerileri doğrultusunda iyileştirme yapılması gerekli konular belirlendi ve çözmek için iş bölümü yapıldı. Bunun için teknik hizmetler bakım; satınalma; kalıphane bölümlerinden yardım alınarak iyileştirmelere başlandı. İyileştirmeler, yaratacakları maliyet, ısı kazancı ve ergonomi ve ayar süresi üzerindeki katkılarına göre bir matris yardımıyla önceliklendirildi (Tablo 6.) ve tabloda 3 puanı aşan iyileştirmelerin hayata geçirilmesine karar verildi. İlk ve en önemli iyileştirme kalıp değişiminde iç ayarların dış ayara dönüşebilmesi için kalıp değişim talimatının (Sökme – Bağlama) yenilenmesi, kontrol listelerinin hazırlanması ve bu değişikliklerle ilgili eğitimlerin planlanması oldu. Kontrol listesi örneği tablo 7. te sunulmaktadır.



**Tablo 5.** Problemler için Tespit Edilen Kök Nedenler

<b>Kök Nedenler</b>	<b>Süreler</b>
1- Bolster dayamalarının eski ve yetersiz olması dolayısıyla yaşanan kayıplar	5 dk.
2- Kalıbın iticilerden kurtarılması için FATİHİN ASKERLERİ TARAFINDAN itilmesi, bolsterin havaya kaldırılması ve altına makaralı sistemin yerleştirilmesi.	16 dk.
3- Kalıp merkezlemelerinin olmaması nedeniyle yaşanan kayıplar 3,5 dak	3,5 dk.
4- 5S'e uygun olmayan bir ortam nedeniyle; gereksiz yere takım arama, uygun takım bulamama, uzun ve gereksiz yürüyüşler.	Değişken- Tüm söküp bağlama boyunca
5- Rulmanlı makaraların zamanla aşınmış olması nedeniyle iş görmez hale gelmesi bağlama ve sökme boyunca sorun yaratıyor.	3 dk.
6- Sadece 1 redüktörün çalışması nedeniyle sökme ve bağlama sırasında; redüktöründe sökölüp tekrar takılması. Redüktör hızının çok düşük olması.	5 dk.
7- Kalıp bağalama civatalarının hızlı bağlama sistemlerine uygun olmaması nedeniyle yaşanan kayıplar	4 dk.
8- Yeterli Tork anahtarı olmadığı için her civata için sökme sırasında bekleme	4 dk.
9- Kalıp ekipmanlarının kasalara gelişi güzel atılmış olması. Aynı kalıp parçalarının bir çok kalıpta kullanılması	
10- Organizasyon eksikliği	
11-Dokümantasyon eksikliği	

**Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması**

**Tablo 6. Hayata Geçirilecek İyileştirmelerin Seçimi için Matris**

Aksiyonlar	Sorumlu	Hedef Tarih	MALİYET <1.000 YTL	ISI	SÜREİNİN KISALTILM ASI	TOPLAM
1. Operator organizasyonu	MÇ-AS-AÖ		1	1	2	4
2. Eğitim	MÇ-AS-AÖ		1	1	1	3
3. Hareket şeması	MÇ-AS-AÖ		1	1	1	3
4. Kazanın revizyonu bolstra kadar uzatılması	MÇ-AS-AÖ		1	1	1	3
						0
1. Destek takozu revizyonu	AA+MÇ+ŞH		1	1	2	4
2. Hava Borusu Quick Kaplin & Mikanatis	GÖ+MC		1	1	1	3
3. 1adet M24 mekanik clamp fiyat teklifi alınacak	GÖ+AA		0	0	1	1
4. M30 (AA46) circir kolu fiyat teklifi	GÖ+AA		0	1	1	2
5. Curuf kazanı tekerleklerinin revizyonu & kolay çıkarma temizlik	MÇ-AS-AA		1	1	1	3
						0
1. Redüktör Revizyonu	Bakım+AS		1	1	2	4
2. Sökme sistemi için planga sistemleri	GÖ+AS+MC		0	0	1	1
3. Makaraların yenilenmesi	Bakım+AS		1	1	2	4
4. Serbest halde reduktor haltının çekilmesi	GÖ+AS+MC		0	1	1	2
						0
Bolsterin, pres koçuma bağlanır hale getirilmesi (Bolstera mapa bağlantısı bu deliklerden yapılacak	GÖ+AS+Te k. Hiz.		0	RET	2	2
Enerpac ile kalıbın kaydırılması			1	1	2	4
Yükleme arabasının geliştirilmesi, makaraların bolster altına sürülmesi			0	1	1	2
						0
Presten çıkan kalıbın komple stok alanına alınması	MÇ+GO+AS		1	1	1	3
Bağlanacak kalıbın bekleme alanından hazır olarak alınması			1	1	1	3

**Tablo 7. Kalıp Ön hazırlık Kontrol Listesi**

Kalıp Ön Hazırlık Kontrol Listesi	Adet	Kontrol
Orta Göbek 1. ve 2. Baskı	2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1. Baskı İtici Miller	2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2. Baskı İtici Miller	2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Göbek Çıkarıcılar	2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Yan Dayama	2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Alın Dayama	1	<input type="checkbox"/>
Merkezleme Bilezikleri Banjo + Kol	1+4	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>Fonksiyon Kontrolleri</b>		<input type="checkbox"/>
İtici Mil		<input type="checkbox"/>
2. Baskı Göbek Numeratör Mossini M Verso V Harfi		<input type="checkbox"/>
Orta Göbek (Görsel Kontrol)		<input type="checkbox"/>
Yan Dayama		<input type="checkbox"/>
Alın Dayama		<input type="checkbox"/>
Lokma Takımı		<input type="checkbox"/>
Havah Tork Tabanca		<input type="checkbox"/>

**Murat TANIK**

Diğer iyileştirmeler şu şekilde sıralanabilir

- 1- Bakım bölümü tarafından redüktör revizyonu yapıldı.
- 2- Kalıp yüklemeye kullanılan makaralar, tasarım bölümü tarafından rulmanlı olarak yeniden tasarlandı ve hazırlandı.
- 3- Kalıp Kaydırma İşlemi Enerpac Hidrolik Cihazı ile ve alın dayamaları kullanılarak yapılmaya başlandı. (Atıl durumdaki bir cihazın bakımı yapıp işlerlik kazandırılması ile gerçekleştirildi.)
- 4- Bolster yan dayamaları hazırlandı, böylelikle merkezleme işlemi kolaylaştırıldı (Şekil 5).
- 5- 5S çalışmaları yapıldı ve bolster bekleme alanı tanımlandı.
- 6- Kalıp merkezleme parçaları yaptırıldı.
- 7- Bağlanmaya hazır kalıp ayarı ve kalıp geçici bekleme alanı oluşturuldu. (Şekil 6)
- 8- Işık perdesinin zarar görmemesi için ek koruyucular ilave edildi.
- 9- Quick kaplin uygulaması başladı.
- 10- Her projeye özel kalıp alın dayamaları yaptırılmaya başlandı.
- 11- Bolster ların taşınması için yan taşıma parçaları yaptırıldı (Şekil 7).

Projenin “Kontrol” aşamasında, yapılan iyileştirmelerin sürekliliğinin sağlanması için risk önleme planı çerçevesinde, belirli zamanlarda kontrollerin yapılması kararlaştırıldı. Bunun dışında yapılan değişikliklerle ilgili ve yenilenen ayar talimatları ile ilgili operatörlere eğitimler verildi ve değişikliklerin planlanan kontrollerle denetleneceği bilgisi aktarıldı. Yapılan bu değişikliklerden sonra yapılan ölçümlerde kalıp değişim işleminin ortalama 92 dk da tamamlandığı görüldü. Yapılan iyileştirmelerin maliyetleri hesaplandı ve projenin getirdiği finansal kazançlar bu doğrultuda yeniden hesaplandı bu hesaplamalar tablo 9. da gösterilmiştir.

**Tablo 8. İyileştirme Harcamaları Listesi**

<b>Maliyet Yaratan Çalışmalar:</b>	<b>Sorum lu</b>	<b>Harcanan Maliyet</b>
1.Yan dayamalar	Tek.Hiz	200 TL
2.Alın dayamalar	Üretim+Tek. Hiz.	450 TL
3.Quick kaplin + hava borusu + boru sabitleme parçası	Üretim+Bakım	400 TL
4.Redüktör revizyonu	Bakım	900 TL
5.Merkezleme parçaları	Plazma	300 TL
6.3adet kalıp kasası	Satınalma	1.050 TL
7.Bolster taşıma parçaları	Kaliphane	300 TL
8.Işık perdesi koruyucuları	Bakım	200 TL
9.Kalıp taşıma makaraları	Bakım	800 TL
10.Plazma işçilikler+kaynak işçilikler + düzenleme işçilikler	Genel	150 TL
11.Proje ekibinin harcadığı zaman	6Sigma	400 TL
<b>TOPLAM YAPILAN HARCAMA</b>		<b>5.150 TL</b>

*Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması*

**Tablo 9.** Projenin Direkt Finansal Kazançları

<b>HEDEF İYİLEŞTİRME</b>	KALIP AYAR SÜRESİNİN %35 AZALTILMASI	137 DAK	⇒	89 DAK
<b>GERÇEKLEŞEN İYİLEŞTİRME</b>	KALIP AYAR SÜRESİNİN %34 AZALTILMASI	140 DAK	⇒	92 DAK
<b>KAZANÇ</b>	AYAR BAŞINA 48 DAK			
<b>ORTALAMA AYLIK KALIP BAĞLAMA</b>	32 ADET			
	SAAT	ÇALIŞAN KİŞİ	İŞÇİLİK MALİYETİ(YTL)	TOPLAM
<b>AYLIK DİREKT KAZANÇ:</b>	26	6	11,2	<b>1.720 TL</b>
<b>YILLIK DİREKT KAZANÇ:</b>				<b>20.644 TL</b>
<b>DİREKT KAZANÇLAR</b>				
<b>DOĞAL GAZ KAZANÇ :</b>	450°C DEN 500° YE ÇIKMAK İÇİN 6,15m3 doğalgaz harlandı.			
FIRINDA HARCANAN YAKIT	M3 fiyat	m3 kullanım	Aylık ort. Ayar sayısı	
	0,54	6,15	32	106,272 YTL
				<b>1275,264 YTL YILLIK</b>
<b>Toplam Proje Kazancı: 20644+1276-5150 =</b>				
<b>16770 TL</b>				



**Şekil 5.** Kalıp Değişimi ve Dayamalar

*Murat TANIK*



**Şekil 6.** Kalıp Bekleme Alanı



**Şekil 7.** Bolster Yan Taşıma Parçaları

#### **4. SONUÇ**

Geçmişte gönüllülük esasıyla ve öneri sistemine dayalı olarak yürüttükleri kalite çemberi çalışmalarından beklenen sonuçları alamayan firma yöneticileri, yönetimin itici gücü ve sponsorluğuyla yürütülen altı sigma projeleri ile somut finansal hedeflerini gerçekleştirmeye başladıklarını beyan etmişlerdir. Değişen pazar ve ekonomik koşullar, şirketin kuruluşun stratejik hedefleri üzerinde önemli etkiler oluşturmaktadır ve bu da firmada yürütülen iyileştirme projelerinin amaçlarının kuruluşun stratejik amaçlarına paralel hale getirilmesini zorunlu kılmıştır. Pazardaki ani küçülme ve ekonomik kriz sektördeki rekabeti arttırmış ve bu da yönetimin maliyetlerle ve tüm israflarla mücadele etmesini kaçınılmaz hale getirmiştir. Altı Sigma gibi yapısal bir

### *Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması*

araçtan olumlu sonuç alan firma, yalın teknikleri altı sigma projelerine entegre etmeye başladıktan sonra bu projede de görüldüğü gibi israfların ortadan kaldırılmasında önemli adımlar atmaya başlamışlardır. Batı kültürüne daha yakın olan, yapısal proje yönetim anlayışını ön plana çıkaran ve yönetimin zorlaması ile yürütülen Altı Sigma metodolojisi, yalın düşüncenin ve onun tekniklerinin desteğiyle daha da başarılı olma potansiyeline sahiptir. Eğer gönüllülük esası ve önerilerin teşvik edildiği sistemlerin başarısız olduğu bir çalışma ortamı mevcutsa Altı Sigma ve Yalının entegrasyonunun söz konusu olduğu durumlarda zorlayıcı ve yapısal araçların kullanımının daha olumlu sonuçlar doğuracağı görüşü bu uygulamada da desteklenmektedir.

“İç ayarlar” yani makine duruş halindeyken yapılan ayar işlemlerinden hangilerinin makine henüz çalışmaya devam ederken yapılabileceğinin belirlenmesi ve bu bulgulara bağlı olarak kalıp değişiminin iş akışının yeniden düzenlenerek kontrol listeri ile desteklenmesinin kalıp değişim süresini belirgin olarak azalttığı görülmüştür. Bu beklenen bir sonuç olmakla birlikte, SMED metodolojisinin sadece işi yapış şeklinin değiştirilmesi ile bile belirgin iyileştirme yapılabileceğini gösteren önemli bir örnektir. Bununla birlikte, çok büyük preslerde çalışan devasa kalıplar için sadece metodoloji üzerinde yapılan değişiklikler istenen hedeflerin başarılması için yeterli olmayabilir. Çünkü pres durduktan sonra yapılması zorunlu olan işlerde eğer otomatizasyon yoksa insan gücü yoğun rol oynar ve iç ayar işlemleri halen çok süre alır. Bu noktada altı sigmanın önerdiği istatistik araçlar ve problem çözüm yaklaşımları iyileştirmeler üzerinde önemli rol oynamaktadır.

Bunun yanı sıra ilginç bir bulgu olarak, mühendisler daha önce de kalıp sürelerinin düşürülmesi için benzer yaklaşımlar kullandıklarını ve olumlu sonuçlar aldıklarını, ancak zaman içinde kalıp değişim sürelerinin eski haline döndüğünü söylemişlerdir. Ancak bu kez durum farklı olmuş ve yapılan kontrollerde iyileştirmelerin kalıcı olduğu gözlenmiştir. Altı Sigmanın kontrol aşaması yapılan iyileştirmelerin ve değişikliklerin kalıcı ve sürdürülebilir olması konusunda önemli bir güvence sağlamaktadır.

Bu proje kapsamında çok yüksek rakamlarda harcamalar yapmadan basit iyileştirmelerle kalıp değişim zamanının ne kadar kısaltılabildiği görülmüştür. Yaklaşık 5000TL lik bir maliyetle 23000TL lik doğrudan iyileştirme sağlanmıştır. Bunun dışında kapasite artımı ile hesaplanan doğrudan olmayan kazanımlar da sağlanmıştır ancak bunlar talepteki daralma yüzünden getirisi garanti olmayan sonuçlar olduğundan projenin bu çalışmada sunulan finansal sonuçlara dahil edilmemiştir.

## **5. KAYNAKÇA**

- Arnheiter, E.D. and Maleyeff, J. (2005) "The integration of lean management and Six Sigma" *The TQM Magazine* Vol. 17 No. 1, pp. 5-18
- Bendell, T. (2006) "A review and comparison of six sigma and the lean organisations". *The TQM Magazine* Vol. 18 No. 3, pp. 255-262
- De Mast J. "Six Sigma and Competitive Advantage" (2006), *Total Quality Management* Vol. 17, No. 4, 455-464,
- Evans, J.R. and Lindsay, W.M.(2005) *The Management and Control of Quality*, 6th ed. South Western College Publishers, Ohio
- George, M.L. (2002), *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed*, (McGraw-Hill: New York).
- McIntosh R., Culley, S., Gest, G., Mileham T. and Owen, G. (1996) "An assessment of the role of design in the improvement of changeover performance" *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16 No. 9, , pp. 5-22.
- McLachlin, R.(1997), "Management initiatives and just-in-time manufacturing". *Journal of Operations Management*, Vol. 15, pp. 271-292.
- Moxham C. and Greatbanks G. (2001), "Prerequisites for the implementation of the SMED methodology A study in a textile processing environment" *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 18 No. 4, pp. 404-414.
- Pande, P.S., Neuman, R.P. and Cavanagh, R.R., (2000), "The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance" (McGraw-Hill: New York).
- Pannesi, R.T. (1995), "Lead time competitiveness in make-to-order manufacturing firm", *International Journal of Production Research*, Vol. 3 No. 6, pp. 150-63.
- Pepper M.P.J. and Spedding, T.A.(2010) "The evolution of lean Six Sigma" *International Journal of Quality and Reliability Management*, Vol. 27 No. 2, pp. 138-155
- Schroeder, R.G., Linderman, K., Liedtke, C. and Choo, A.,(2008), *Six Sigma: definition and theory.*" *Journal of Operations Management.*, Vol. 26, 536-554.
- Shah, R. and Ward, P.T. (2007), "Defining and developing measures of Lean production." *Journal of Operations Management.*, Vol. 25, pp. 785-805

***Kalıp Ayar Sürelerinin Smed Metodolojisi ile İyileştirilmesi: Bir Yalın Altı Sigma Uygulaması***

- Shah, R., Chandrasekaran, A. and Linderman, K. (2008) “In pursuit of implementation patterns: the context of Lean and Six Sigma” *International Journal of Production Research* Vol. 46 No. 23, pp. 6679 - 6699
- Shingo, S. (1985), *A Revolution in Manufacturing: the SMED System*, Productivity Press, Cambridge, MA.
- Singh, B. J. and Khanduja, D. (2010) “SMED: for quick changeovers in foundry SMEs” *International Journal of Productivity and Performance Management* Vol. 59 No. 1, pp. 98-116