

# TOPLAM VERİMLİ BAKIMIN EKONOMİK ANALİZİ

Ekerim A\*, Evcimen N\*, Sezer R.\*

\*Yıldız Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü Esenler /İSTANBUL

## Özet

Döküm sektörünün büyümesi, gelişmesi, ürün çeşitliliğini artırması, kalitesini yükseltmesi rekabet gücünü yükseltmesi inovasyon esaslı çalışmalarla kolayca başarılmaktadır. İnnovasyon, teknoloji seçimi ve modernizasyonu, modern teknikler, performans, üretken ve verimli çalışmalar günümüzde vazgeçilemeyen uygulamalardır. Verimlilik ilkesini benimseyerek, enerji tüketimlerini azaltmak, üretim kayıplarını düşürmek, iş gücü performansını yükseltmek ve üretimdeki beklentileri en aza indirmek döküm esaslı ürünlerin yaygın kullanılmasında, ticaretinin artmasında, yeni tekniklerin ortaya çıkarılmasında, ekonomik ve sosyal gelişmelerin temininde etkili olacak yeni yaklaşımlardır. İşletme büyüklüğünün büyük ya da küçük ölçekli olmasına bakılmaksızın mevcut varlıklarını koruyarak, inovatif ve verimli çalışmalar yapması için mevcut olanaklarını harekete geçirerek, dinamik değişimlerle maliyet düşürücü, kar atışını sağlayan ve kaliteyi iyileştiren yönetim anlayışının günümüz ekonomisinde ve küresel bağlamda etkileri araştırılmıştır. Araştırmaya konu küçük bir işletme model olarak seçilmiş ve bu modelin uygulamadaki ekonomik faydaları ile toplam verimli bakımın etkileri deneysel verilerle incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Verim, Toplam Verimli Bakım, İnnovasyon, Döküm

## ECONOMICAL ANALYSIS OF THE TOTAL EFFICIENCY MAINTENANCE

Ekerim A\*, Evcimen N\*, Sezer R.\*

\* Yildiz Technical University Metallurgy and Materials Department Esenler /ISTANBUL

## Abstract

*In the casting sector growing, developing, increasing the product variety and raising both the quality and competitiveness can be easily achieved by essential innovation studies. Nowadays, Innovation, selection and modernization of the technology, modern techniques, performance, productive and efficient studies are indispensable applications. The new effective approaches on the economical and social improvements, new techniques displays, commerce augment and wide usage of cast products are reducing the energy consumption, lowering production lost, increasing the performance of workforce and minimizing the expectation of production by adopting the efficiency principle. Today both the economical and global effects on management concept for decreasing the cost with dynamical changes, providing the benefit increase and improving the quality to make innovative and efficient works by stimulating the existing opportunity and protecting current entity without looking the growth of the enterprise even it has big or small scale is researched. Small management model is selected as a main subject of the research and by using experimental dates economical benefits and total efficient maintenance affects of this model are investigated.*

*Key words: Efficiency, Total Efficiency Maintenance, Innovation, Casting.*

## 1.GİRİŞ

İşletmelerin başarısı verim ile ölçülmekte ve verim rekabette önemli üstünlükler sağlamaktadır. Üretimin yanında üretimde kullanılan makine, donanım, yazılım ve kontrol cihazlarının sürekli kullanılır durumda bulundurulması hızla değişen ekonomik koşullarda ürün kalitesini sürekli olarak temin etmede kaçınılmaz bir gereksinimdir. Ürün kalitesini dorudan etkileyen ve üretimde kullanılan tüm cihazlar nitelik ve özelliklerini korumanın yanında üretimde durmaya neden olmayacak verimli bir çalışma performansını da göstermesi beklenmektedir. Nitelik kaybı olmadan ve üretimin durmasına neden olmadan çalışmanın temini Toplam Verimli Bakım (TVB) ile mümkün olmaktadır. Son zamanlarda verimli bakımın önemini benimseyen işletmeler bu konuya ilgili göstermişler ve önemli uygulamalar gerçekleştirmişlerdir[1, 2, 3, 4, 5]. Müşteri memnuniyetini sağlamak için sunulan hizmet, sipariş ve taahhütlerin zamanında karşılanmasını engelleyen işletmeden kaynaklanan kusurları önlemeye yönelik çalışmalar öncelikle büyük işletmelerde daha fazla ilgi görerek verimlilik ilkesi benimsenmiştir.

Müşteri taleplerinin hızla değiştiği, kuruluşlar arasındaki rekabetin giderek arttığı günümüzde, firmalar faaliyetlerini sürdürebilmek için yeni yönetim teknikleri ve yeni yöntemler uygulanmaya başlamıştır. Bu yeniliklerden bakım faaliyetleri, planlı ve düzenli olarak gerçekleştirilerek kaliteli ve ekonomik üretim gerçekleştirilmekte, ticari faaliyetlerde pazar payı artırılmakta, işletme kayıpları azaltılmakta, teslimatlarda gecikmeler önlenmekte, maliyetler düşürülmekte ve işletmenin inovasyonu artırılmaktadır. İşletmelerde, üretim sistemi büyüdükçe veya üretim miktarı arttıkça tamir ve bakıma duyulan gereksinim de artmaktadır. Üretim hattında birkaç makinenin arızalanması, zincirleme etkilerle üretimi durdurabilir ve siparişe dayalı üretimde arızalanan veya bakıma alınan makinelerin kullanılmaması teslimi geciktirecektir. Üretim sürekli ve özellikle akış tipi imalat ise, arızalar üretimin akışı üzerindeki etkisi çok daha büyük olacaktır.

Bir mühendislik çalışmasının uygulaması olarak TVB, cihazları kullanan işçi ve ustaların ekipman ve makineleri sahiplenmesi ile kolayca sağlanacak, sürekli çalışmayı güvence altına alacak, yönetim birimleri arasındaki koordinasyonu sağlayacak, önleyici bakım kolaylaştıracak ve inovasyon sağlanacaktır. TVB, sadece bakımla ilgili bir kavram olmayıp aynı zamanda takım çalışması sayesinde süreçlerde kalitenin güvence altına alınmasını sağlayacaktır. TVB, bir makinenin veya sürecin genel çalışma koşullarını en iyi düzeyde tutabilmek için süreç öncesinde, süreç esnasında ve sonrasında oluşabilecek kayıpları ortadan kaldırmada etkin bir mühendislik uygulamasıdır.

TVB'nin başarısı için gerekli kriterler çeşitli işletmeler tarafından ortaya koyulmuş [6], sıfır hatanın standardı olan altı sigma proses geliştirme için uygulamış [7], Hindistan'daki bir üretim organizasyonunda dökümde uygulaması gerçekleştirilerek başarılı sonuçlar elde edilmiş [8], işletmelerin hedeflerine ulaşmadaki etkilerini ortaya koymuş [9], nicel gösterge olarak sağladığı bütün ekipmanların etkinlik değerinden hareketle üretim hattı için bütün üretim hattında etkinlik sağlamış[10] ve Türkiye'de MKE silah fabrikasında pilot tezgahlara uygulayarak [11] başarılı sonuçlar alınmıştır.

Bu çalışmada yıllık döküm kapasitesi yaklaşık 2500 ton olan küçük bir dökümhanede ürün tesliminin gecikmesine neden olan arıza ve duruşlar analiz edilmiştir. İşletme verileri analiz edilerek önlem alınmış ve yeni düzenlemeler yapılmıştır. Yapılan TVB çalışması sonucunda elde edilen ekonomik kazançlar değerlendirilmiştir.

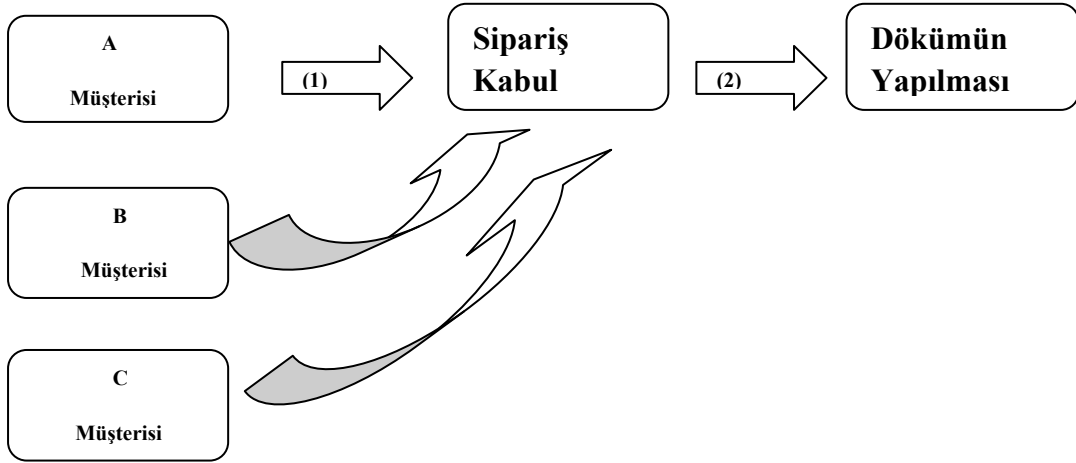
## 2.YÖNTEM

Dünyada TVB konusunda ilk çalışma ABD yapılmış olup, uygulama 1951 de Japonya'da yaygınlaştırılmıştır. *Japon Verimlilik Enstitüsü(JIPE)*, TPM uygulamalarının geliştirilmesine öncülük etmiş ve ilk başarılı uygulamasını Toyota grupta gerçekleştirmiştir. Bakım ile ilgili yöntemler; tarihi gelişim sırasına göre arıza meydana geldikten sonra yapılan “*arıza bakımı*”, ölçme, kontrol ve analiz yaparak gerçekleştirilen “*koruyucu bakım*”, bakım zamanı önceden belirlenen “*periyodik bakım*”, ömrü belirlenmiş “*güvenli bakım*”, ayar ve gösterge değişiminden kaynaklanan hataları önlemeye yönelik “*düzeltilici bakım*”, tedbir amaçlı yapılan “*önleyici bakım*” ile makine ve donanımlarının sürekli çalışır konumda olmasını sağlayacak “*TVB*” olmuştur. TVB makinelerin verimliliğini, ürünün kalitesini, bakımın kalitesini, takım çalışmasını, iyileştirmeyi, eğitimi artırırken, hataları, kayıpları, ıskartayı, stokları, iş kazalarını azaltıp, değişim ve gelişimi sağlamaktadır.

### 2.1. Problemin seçimi

Dökümhanede TVB anlayışı olmadığı için arıza çıktığında arızayı gidermeye yönelik çalışmalar görevli bir usta tarafından yapılıyor ve müşteri siparişlerinin karşılanmasında önemli gecikmeler oluyordu. Bu gecikmeler müşterilerin dökümhaneye karşı güvenini sarsıyor ve olumsuz yönde etkiliyordu. Yeni bir slogan belirlenerek, “*müşteri siparişlerini geciktirme ve teslimatı geciktiren işlemleri ortadan kaldır*” şeklinde oluşturdu. Siparişi veren tüm müşterilere gerçek teslim zamanını önceden bildirebilme ve bunu gerçekleştirme için bir çalışma başlatıldı. Önce, mevcut uygulamada müşterilere planlanan zamanda neden

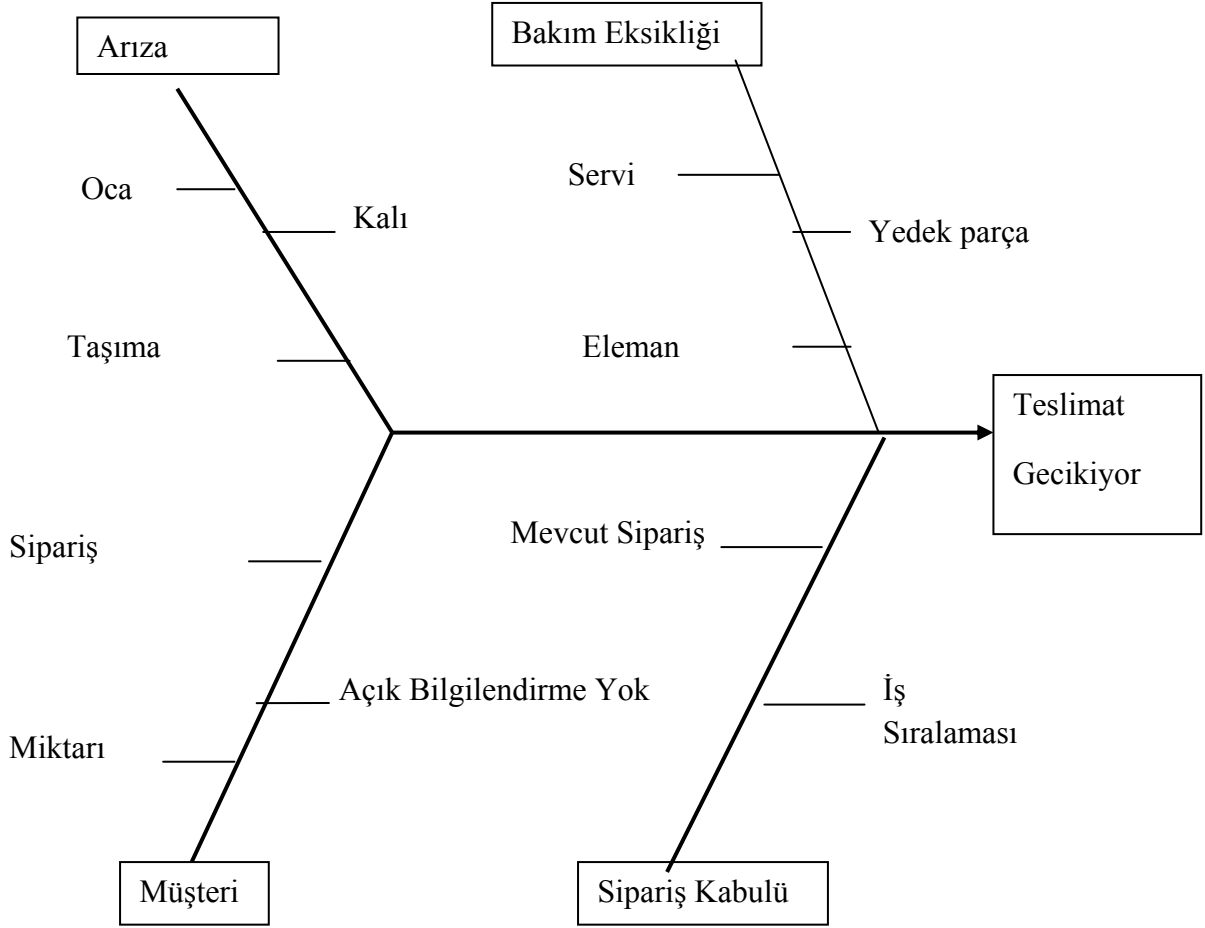
dökümlerini alamadığını araştırıldı. **Şekil 1**'de görüldüğü gibi, (1)'de bir sipariş kabul edilir, ancak arıza çıkma olasılığı dikkate alınmadığı için sipariş plana göre gerçekleştirilemez. Makine ve donanımdaki arızalar sebebiyle (2)'de işe başlama gecikir bakımdan sorumlu usta meydana gelen arızaları gidermeye çalışır. Sonuç olarak, sipariőü kabul eden dökümhane müşteriğen özür dileyerek yeni temrin vererek dökümün teslimini geciktirmektedir.



**Őekil 1:** Teslimatın gecikmesine yol ačan durumlar:

## 2.2 Sebep Sonuç İlişkisi

Őirketin satıő sorumlusu verilen temrinlerin deđiőtirilmesinden rahatsız olup tekrar sipariş vermeyecek müşteriğelere yönelik bir araştırma başlattı. Üretimden, bakımdan, kaliteden, satıő ve pazarlamadan sorumlu olan üyeler ile bir toplantı yaparak, beyin fırtınası tekniği uygulayıp sebepleri belirleyerek sebep-sonuç diyagramı çıkardılar (**Şekil 2**). Teslimatın gecikmesinde etkili olan ana sebepler arızalanma ve arızaların giderilmesindeki gecikmeler, müşteri sipariőlerindeki deđiőiklik istekleri ve sipariőün kabulünde yeterince açıklanmamıő isteklerin olduğu belirlendi. Ocakta, taşıma sisteminde, kalıplamadaki arızalar ile servis hizmetinin alınamaması, yedek parça bulundurulmaması, bakım yapan ustanın arızalara yetiőememesi arızalarla ilgili sebepleri oluőturmaktadır. Müőteriđilerin sipariş deđiőikliđi, isteğini tam olarak bildirmemesi, detaylı resim verememe, miktarda deđiőiklik yapılması müşteriğen kaynaklanan hatalar olup, mevcut iş yükünün gerçekliği ile iş sıralamasındaki deđiőiklikler de sipariőten kaynaklanan hataları oluőturmaktadır. Bütün bu hatalar alınan sipariőün zamanında teslim edilememesine ve gecikmelere sebep olmaktadır.



**Şekil 2:** Sebep Sonuç İlişkisi

### 2.3 Durum Analizi

Yönetim tüm çalışanlara duyuru yapmış, siparişlerin zamanında gerçekleştirilmesi için özen gösterilecek ve organizasyonda olası eksikliklerin kendilerine bildirilmesini istemiş, satın alma ile ilgili tedariklerin önceden bildirilmesini beklemiş, yedek parça stoklarının düzenli kontrol edilmesini, kurumsal çalışma anlayışının uygulanacağını bildirmiştir. Tedarikçilerin siparişleri kalite istediklerini dikkate alarak karşılayarak TVB için gereken esnekliği göstermesi istenerek, bunların alternatifleşmesini de istemiştir. Yedek parça temininde zorluk olan parçaların üretilebilirliği ve tamir edilebilirliği konularında çalışmaların yapılmasını, ambar ve depolamada düzenlilik getirilmesi, temizliğin yapılması, standardizasyon ve çalışma hayatında disiplinli olma kuralları getirilmiştir. İhtiyaçlar kısa, orta ve uzun vadeli olarak kullanım ömürlerine göre sıralandırılmıştır.

Tüm çalışanlar arızaları önlemek için kendilerine ait makine, donanım ve ekipmanlardan öncelikle sorumlu tutulmuş; dökümün kesintisiz gerçekleştirilmesi, sık kullanılan ekipmanların mutlaka yedeklerinin hazır bulundurulması, arızaya ait bir görüntü hissedildiğinde bakım ustalarına bilgi verilmesi, ayar kayıplarının azaltılması, planlı duruşların zamanının kısaltılması, donanım verimliliğinin sağlanmasında etkili olacağı görüşü konusunda eğitim ve bilgilendirme toplantıları düzenlenmiştir. Ölçü – ayar, lojistik, iletişim ve yönetim organizasyonu gibi iş gücünün TVB üzerindeki etkileri ayrıntılı analiz edilmiştir. Enerji kesilmeleri, kalıp bozulmaları, takım eksikliği ve üretim kayıplarına sebep olabilecek eksiklikler belirlenmiştir. Böylece koruyucu bakım, arıza bakımı, düzeltici bakım ve önleyici bakım için maliyet analiziyle optimum hedeflenmiş ve zaman tabanlı bilgi sistemi kayıt altına alınmıştır.

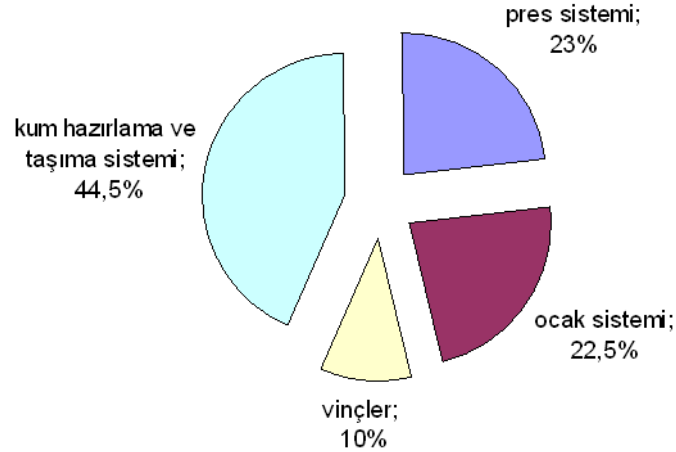
İşletme kayıplarını azaltmak, stok maliyetini azaltmak, iletişimi kısaltmak, cihazlarını sürekli kullanımını sağlamak, işe başlama zamanını azaltmak, TPM koordinasyonunu sağlamak, daha iyi çalışma alanları oluşturmak, müşteri şikayetlerinin azaltılmasında etkili olacak iş gücünün eğitimi ve tedariki yapılarak temizliği öne çıkararak bir ortamın oluşturulması hedeflenmiştir. Sıfır kaza, sıfır sağlık zararı ve sıfır duruş hedeflenmiştir.

Bu çalışmaların sonucu TVB Çalışması yapılmadan önce geçmiş 7 haftalık arızalar ve bunların sıklığı belirlenmiştir. Genel olarak karşılaşılan ve dökümün yapılmasını engelleyen arızalar; pres hortumunun patlaması, preste yağın bitmesi, soğutma kulesinin fanın kırılması, değirmen rulmanlarına kum sıkışma, yağ kaçağı, pres pistonunun çatlaması, ocak astarının sinterleşmesi, ocak soğutma suyu hortumunun patlaması, pres kumandasının arızası, vinçlerin arızalanması, vibratör arızası, ocakta elektrik kaçağı, soğutma borusunda tıkanma, sarsak elevatöründe kopma, değirmen rulmanına kum sıkışma ve pres milinde kırılma olmaktadır. Bu arızalar; 1. kum hazırlama ve taşıma sistemi, 2. pres sistemi, 3. ocaklar ve 4. vinçler olarak dört grupta toplanmış ve arıza sayılarının çetelesi **Çizelge 1** de verildiği gibi tespit edilmiştir.

**Çizelge 1. TVB Öncesi Arızalar**

Tarih	Kum Hazırlama ve Taşıma Sistemi	Pres Sistemi	Ocak Sistemi	Vinçler
14. Hafta		x		
15. Hafta				
16. Hafta	x	x	x	
17. Hafta		xxxx	x	
18. Hafta		x	x	
18. Hafta	xx		xx	xx
19. Hafta	x	x		

Gruplanan arızalar **Şekil 3** de görüldüğü gibi oranlarda olduğu arızalanma zamanına göre belirlenmiştir. Üretimin duruş zamanı dikkate alınarak yapılan sıralamada; en fazla arıza % 44,5 ile kum hazırlama ve taşıma sisteminde olmaktadır. Ocak ve pres sistemi yaklaşık eşit arıza göstermekte ve vinçler bundan sonra gelmektedir.



**Şekil 3: Arızaların Dağılım**

### 2.3 Hedef belirleme

Japon Fabrika Bakım Enstitüsü'nün işletmelerde TVB için önerdiği küçük grup faaliyetlerinden 7 basamaklı; 1) temizlik – düzen, 2) problem nedenlerinin ve temizlenmesi zor olan yerlerin belirlenmesi, 3) temizleme ve yağlama için standart belirlenmesi, 4) bütün sistemin gözden geçirilmesi, 5) gönüllü kontrol işlemleri için standart oluşturulması, 6) he şeyin sırasında ve yerinde olduğundan emin olunması ve 7) politikanın yaygınlaştırılması

çalışmaları başlatılmıştır. Bu uygulamaların sürdürülmesinin yanında mevcut bakımdan sorumlu ustanın sadece arıza meydana geldiğinde müdahale ederek giderme yoluna gittiği için, koruyucu ve önleyici bakım için yeterli zamanın olmadığı görülmüştür[12]. Bunun için elektriksel arızalara hâkim olabilecek yeni bir elektrik ustasının alınmasına ve bu işçinin iş başı eğitimi verildikten sonra indüksiyon ocağı eğitimi alması sağlanmıştır. Mekanik arızaların mevcut ustayla giderilmesinin yanında yeni alınan ustanın da önleyici ve kontrol çalışmaları yapması sağlanmıştır

Alınan siparişlerin sıfır hata ile planlanan temrinde teslimi hedef değer olarak seçilmiştir. Müşteri memnuniyeti ilkesi benimsenmiştir. TV'den sonra arızaların önem sırası değişmiş, sayısı ve durma zamanları azalmıştır. Alınan önlemler ve belirlenen hedef sonucu çetelesi **Çizelge 3** de görüldüğü gibi elde edilmiştir.

**Çizelge 3: TVB Sonrası Arızaların**

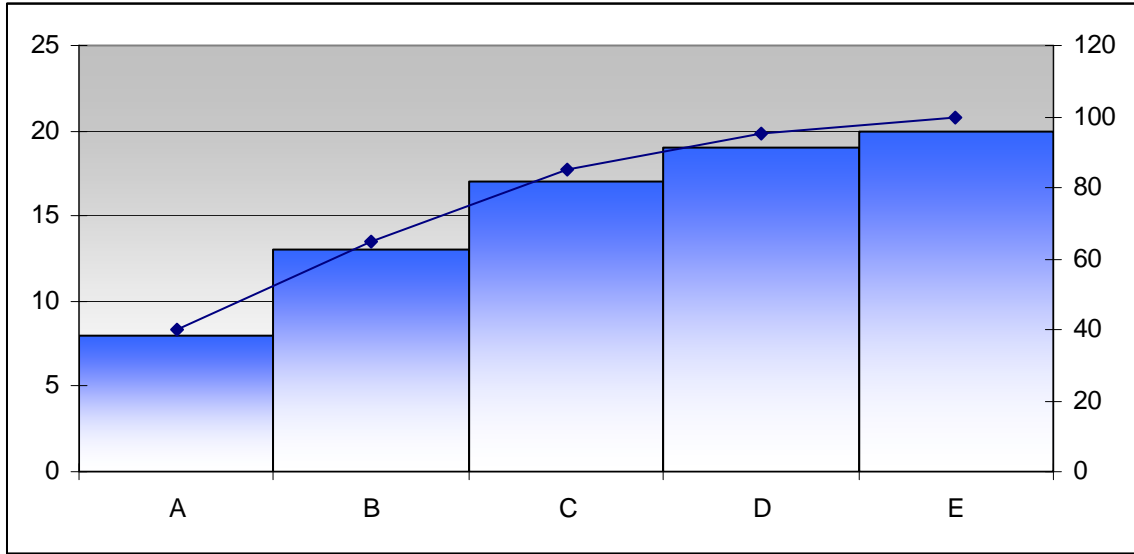
Tarih	Kum Hazırlama ve Taşıma Sistemi	Pres Sistemi	Ocak Sistemi	Vinçler
36. Hafta		x		
37. Hafta				
38. Hafta	x		x	
39. Hafta		x		
40. Hafta		x	x	
41. Hafta				
42. Hafta		x		

### 3.TARTIŞMA

Arızaların önem sırası dikkate alınarak yapılan gruplandırmada en önemli arıza pres, ikincisi ocak, üçüncüsü kum hazırlama, dördüncüsü vinçler ve beşincisi diğer hatalar olarak sıralanmış ve pareto grafiği için **Çizelge 2** ve **Şekil 4** de verilmiştir.

**Çizelge 2: TVB Öncesi Arızaların Önem Sırası**

Arıza Sembolü	Arıza Kaynağı	Arıza Sayısı	Arıza Yüzdesi
A	Pres	8	40
B	Ocak	5	25
C	Kum Hazırlama ve Taşıma	4	20
D	Vinç ve Taşıma	2	10
E	Diğer	1	5
<b>Toplam</b>		<b>20</b>	<b>100</b>

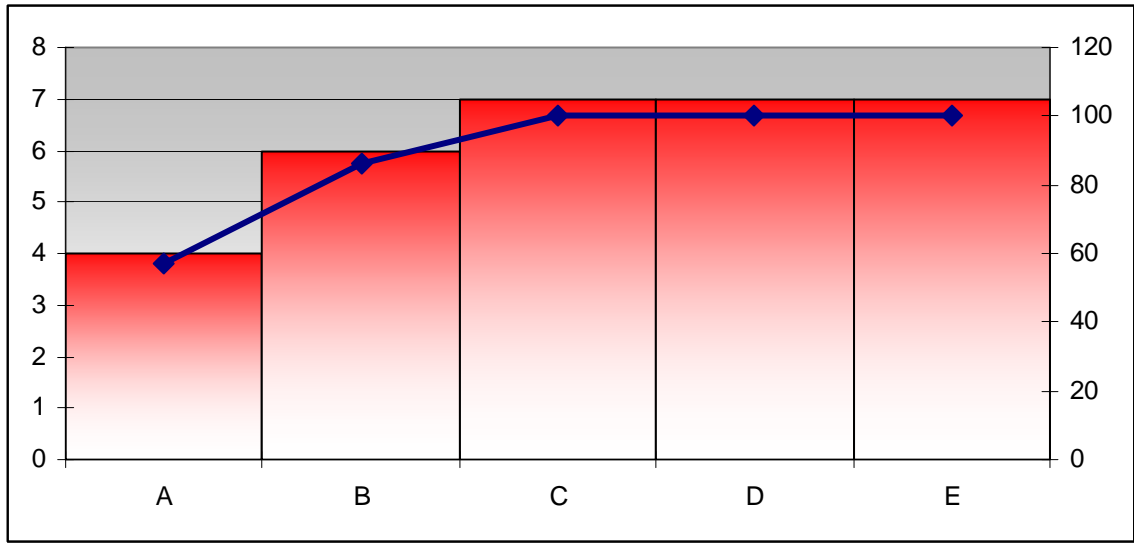


**Şekil 4: TVB Öncesi Arızaların Sıralanması (Pareto Analizi)**

Hedeflenen amaç doğrultusunda yapılan çalışma sonunda TVB'den sonra arızaların sayısı ve durma zamanları azalmıştır. Alınan önlemler ve belirlenen hataların sayısı ve yüzdesi **Çizelge 4** de görüldüğü gibi elde edilmiştir. Hata sayısı pareto grafiği için **Şekil 4** de verilmiştir.

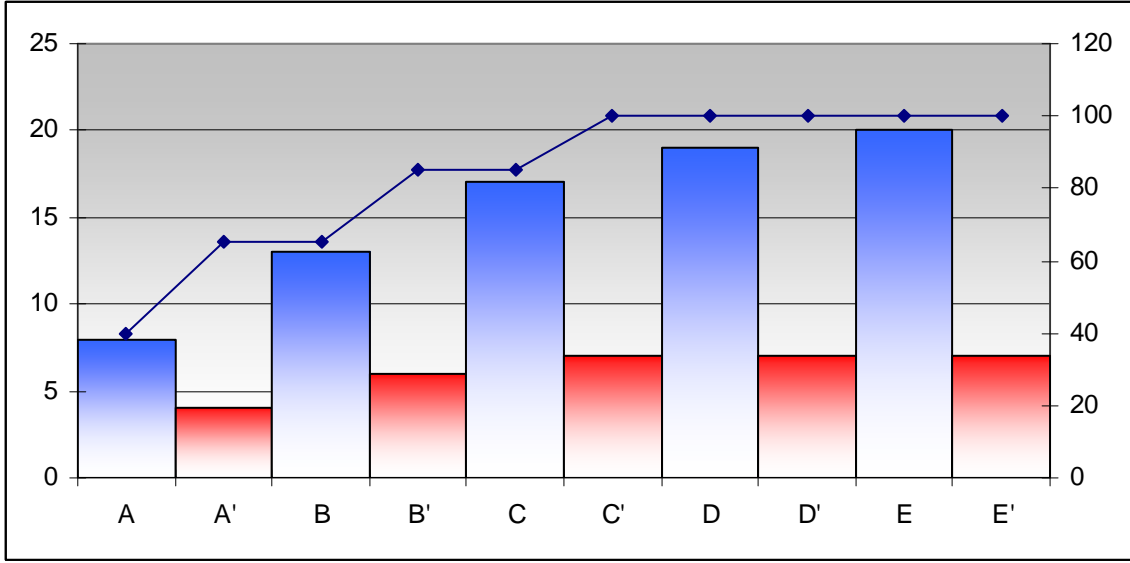
**Çizelge 4. TVB Sonrası Önem Sırası**

Arıza Sembolü	Arıza Kaynağı	Arıza Sayısı	Arıza Yüzdesi
A	Pres	4	57
B	Ocak	2	29
C	Kum Hazırlama ve Taşıma	1	14
D	Vinç ve Taşıma	0	0
E	Diğer	0	0
<b>Toplam</b>		<b>7</b>	<b>100</b>



**Şekil 5: TVB Sonrası Arızaların Sıralanması (Pareto Analizi)**

Arıza sayısı 20 den 7'e düşürülerek sayısal olarak % 65 bir azalma sağlanmıştır. Siparişte gecikme sebepleri arasında önemli bir arıza kaynağı olan pres arızalanması % 50 oranda, ocak arızaları %60, kum hazırlama % 75 oranında ve vinçlerdeki arızalar tamamen giderilmiştir. Arıza sebebiyle meydana gelen 41 günlük çalışma zamanında 3'er vardiya olarak toplam 922,5 saat fiili çalışma yapılmıştır. Bu süre içerisinde toplam 80 saat arıza sebebiyle duraklama olmuş, firma % 8,67 oranında iş kaybı yaşamıştır.



**Şekil 6:** TVB öncesi ve TVB Sonrası Arızalar

Günlük döküm kapasitesi 10 ton, çalışan iş gücü sayısının 40 olduğu dökümhanede arıza sebebiyle gecikmeler iki hafta ile üç aya kadar ulaşmaktadır. Normal üretim koşullarında günde 867 Kg döküm yapılamamakta ve 1,95 saat çalışılmamaktadır.

Döküm fiyatını ortalama 2,5 € aldığımızda; 2167 € dökümden ve ortalama 2 € iş gücü fiyatı olduğunda da 3,9 € işçilikten olmak üzere günlük kayıp maliyeti 2174,4 € kayıp meydana gelmektedir. Ticari itibar kaybı ise bundan çok daha fazla olmaktadır.

Siparişlerin planlanan zamanda yetiştirilmesinde arızaların artırılması, döküm miktarının yükseltilmesi ancak arızaların giderilmesi ile mümkün olacak ve bunun için de yeni bir işçinin istihdamı ilk önlem olarak gerçekleştirilmiştir. Ortalama maliyeti 600 € olan bir işçinin işe alınmasıyla 80 saat olan duruş süresi 28 saate düşürülmüştür. Bu zaman içindeki dökümdeki üretim kaybı 867 Kg dan 300 Kg a düşürülmüş ve kayıp işçilikte 1,95 saatlik çalışma zamanı kaybı 0,735 saate indirilmiştir. Toplam  $1417,5 + 2,43 = 1420,54$  € günlük ciro olarak kayıp gerçekleşmiştir. Yeni işe alınan işçi dökümhane için ek maliyet getirmemiş, kendi kazancını kayıplardan sağladığı gibi ek kar da sağlamıştır.

Arıza oluştuğunda cihazların kırmızı bantla işaretlenmiş bakım ekibi müdahale edene kadar kullanılması engellenerek uzman olmayan işçinin müdahalesi önlenmiştir. Bakım yapılacak cihazlar sarı kartlarla işaretlenerek çalışan işçilerin dikkat çekilerek işin aksamadan yürütülmesi sağlanmıştır. Vardiyalar işi birbirine temizlik yaparak teslim etmeleri sağlanmıştır. Günlük, haftalık ve aylık bakımlarla periyodik bakım zamanları yeniden

belirlenerek hazırlanan formların doldurulması sağlanmıştır. Kritik ve temininde zorluklar olan ve bozulma sıklığı fazla olan yedek parçaların depolanması sağlanmıştır.

#### 4.SONUÇ

Çalışma sonunda elde edilen sonuçlar her zaman tam zamanında dökümün teslimatının sağlanmasının mümkün olmadığı, ancak arızalanmadan meydana gelecek duruşların azaldığı ve ek işçilikle bunun sağlanmasının mümkün olduğunu göstermiştir. Bu sonuç TPM in başarısını ortaya çıkarmış, arızaların önlenmesi mümkün olmuş ve uygulanabilir bir sistem olduğu ispatlanmıştır. Çalışanları eğitilmeleri de önemli olup, katılımcı bir anlayışla yapılan uygulamalar olumlu sonuçlar vererek % 65 e varan iyileştirme ilk uygulamada sağlanmıştır. Bu analiz çalışmaları devam ettirilerek arızaların daha da azaltılması mümkün olacağı açıkça görülmektedir. TPM uygulaması;

- Teslimatın zamanında yapılmasını,
- Döküm prosesinin sürekli yapılmasını,
- İş emniyeti ve işçi sağlığını olumlu etkileyeceği,
- Kayıpları azaltacağı,
- Prodüktif çalışmayı sağlayacağı,
- Kalitenin iyileştirilmesini,
- İnnovasyon,

sağlayacaktır.

#### KAYNAKLAR

1. Ofwoon K. and Hongchul L., Calculation Methodology For Contributive Managerial Effect By OEE As A Result Maintains Emgineering, Journal of Quality, 10, 4, 2004.
2. Parida A. and Kumar U., Maintenance Performance Measurement (MPM), Issues and Challenges, Journal of Quality in Maintenance Engineering, 1355-2511, 239, 1995.
3. Liyanage J. P., Operations and Maintenance Performance in Production and Manufacturing Assets, JMTM 18, 3
4. Parida A., Development of a multi-criteria hierarchical framework for maintenance performance measurement (MPM), Maintenance performance measurement, 241 A SWOT analysis of total productive maintenance frameworks

5. Mishra R. P., Anand G, Kodali R., International Journal of Management Practice. Olney: 2008. Vol. 3, Iss. 1; pg. 51
6. Ireland F., and Dale B. G., Total Productive Maintenance: Criteria For Success, Int. J. Productivity and Quality Management, 1.1,3, 207-223, 2006.
7. Sarkar, B.N. Capability Enhancement of A Metal Casting Process in A Small Steel Foundry through Six Sigma: A Case Study, Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage Quality Management, 3 1, 56-71, 2007.
8. Ahuja, I.P.S. and Khamba, J.S., Total Productive Maintenance Implementation In A Manufacturing Organization, Int. J. Productivity and Quality Management, 3 , 3, 360-381, 2008.
9. Ahuja, I.P.S. and Khamba, J.S., Investigation of manufacturing performance achievements through strategic total productive maintenance initiatives, Int. J. Productivity and Quality Management, 4, 2, 129-1522009.
10. Nelson R. P., Kannan, S.M. and Jeyabalan, V. , Overall Line Effectiveness- A Performance Evaluation Index Of A Manufacturing System, Int. J. Productivity and Quality Management, Vol.5 No.1, 38-59, 2010.
11. Demiray, A. Toplam Verimli Bakım ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 2010
12. İmai M., The Key to Japan's Competitive Success, The Kaizen Institute, Ltd., 161, 1997.