

**TÜRK HAVA KURUMU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**KÜÇÜK VE ORTA ÖLÇEKLİ İŞLETMELERDE TOPLAM EKİPMAN
ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM: BİR AHŞAP
İŞLEME TESİSİNDE UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Fatih YAŞIN

1203812322

İşletme Anabilim Dalı

İşletme Programı

Yrd. Doç. Dr. Gülesin Sena DAŞ

Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsünün 1203812322 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Mehmet Fatih YAŞIN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı, “KÜÇÜK VE ORTA ÖLÇEKLİ İŞLETMELERDE TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM: BİR AHŞAP İŞLEME TESİSİNDE UYGULAMA” başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Gülesin Sena DAŞ
Türk Hava Kurumu Üniversitesi



Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Emin AKÇAOĞLU
Türk Hava Kurumu Üniversitesi



Yrd. Doç. Dr. Ayyüce Aydemir KARADAĞ
Türk Hava Kurumu Üniversitesi



Yrd. Doç. Dr. Gülesin Sena DAŞ
Türk Hava Kurumu Üniversitesi



Tez Savunma Tarihi: 21 Mart 2014

**TÜRK HAVA KURUMU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum, “KÜÇÜK VE ORTA ÖLÇEKLİ İŞLETMELERDE TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM: BİR AHŞAP İŞLEME TESİSİNDE UYGULAMA” adlı çalışmamın, tarafımdan akademik etik ve kurallara aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım kaynakların kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

26.02.2014

Mehmet Fatih YAŞIN



ÖNSÖZ

İşletmeler varlıklarını sürdürebilmek adına yoğun rekabet şartları altında mücadele etmek zorundadırlar. Öncelikli koşul olan müşteri memnuniyeti için artık işletmenin yalnızca kaliteli bir ürünü uygun fiyatlı olarak sunması yetmemektedir. İşletme bir kurumsal yapı çerçevesinde tüm faaliyetlerini müşteri odaklı gerçekleştirir. Bu gerçektir.

Bu gerçeklik firmanın, tüm işletme faaliyetleri yanında üretimde de yetkinliği ve etkinliğini ön plana çıkarmaktadır. Endüstriyel kuruluşların etkinlikleri denildiğinde akla ilk gelen teknik kavramlardan biri, “Toplam Verimli Bakım” sistemi kapsamında bulunan “Toplam Ekipman Etkinliği” olmaktadır. Bu noktadan hareketle çalışmamızda özellikle KOBİ’lerin Toplam Ekipman Etkinliğini tesislerine kurduktan sonra, kısıtlı mali kaynakları çerçevesinde ve en hızlı geri dönüşü sağlayabilecekleri şekilde yapacakları ekipman bakım çalışmalarını yönlendirecek yeni bir metot önerilmiştir.

Bu vesileyle, birlikte çalışma fırsatı yakaladığım ve uyumlu, destekleyici ve yönlendirici tavrıyla bu çalışmanın mükemmel yaklaşımında en büyük pay sahibi olan tez danışmanım ve değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Gülesin Sena DAŞ’a içten teşekkürlerimi sunarım.

İş dünyasında karşılaştığım, mühendislik tecrübe ve yönlendirmeleriyle çalışmamda ışık tutan değerli arkadaşım Muhammed SANDIKÇI’ya özel olarak teşekkürü bir borç bilirim.

Sürecin başından sonuna dek bilgi ve tecrübesiyle çalışmamın şeklen ortaya çıkmasında desteğini bir an olsun eksik etmeyen Mustafa İPEK’e ve maddi manevi desteği olan aileme ve tüm arkadaşlarıma şükranlarımı sunuyorum.

Şubat 2014

Mehmet Fatih YAŞIN

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| ÖNSÖZ | iv |
| İÇİNDEKİLER | v |
| TABLO LİSTESİ..... | vii |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | viii |
| KISALTMALAR..... | ix |
| ÖZET | x |
| ABSTRACT..... | xii |
| GİRİŞ | 1 |
| BİRİNCİ BÖLÜM | 4 |
| 1. TOPLAM VERİMLİ BAKIM | 4 |
| 1.1 Toplam Verimli Bakımın 12 Adımı | 8 |
| 1.1.1 Hazırlık Aşaması..... | 10 |
| 1.1.2 Tanıtım Aşaması | 10 |
| 1.1.3 Uygulama Aşaması | 10 |
| 1.1.4 Sağlama Aşaması | 12 |
| 1.2 Kaizen ve 5S | 12 |
| 1.3 Toplam Ekipman Etkinliği..... | 15 |
| 1.3.1 TEE Hesaplaması | 19 |
| 1.4 TEE Hedef Belirleme ve Ekipman Seçimi..... | 22 |
| 1.4.1 Literatürde TEE Hedefi Belirleme ve Ekipman Seçimi | 24 |
| 1.4.1.1 Ekipman seçimi..... | 24 |
| 1.4.1.2 Hedef belirleme..... | 27 |
| 1.5 Önerilen TEE Hedef Belirleme ve Hedeflerle Ekipman Seçimi Metodu..... | 30 |
| 1.5.1 Önerilen Metodun Bir Örnekte Uygulanması | 33 |
| İKİNCİ BÖLÜM | 41 |
| 2. AHŞAP SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR İŞLETMEDE ÖNERİLEN TEE METODUNUN UYGULAMA HAZIRLIĞI | 41 |
| 2.1 Ahşap Sektörü ve İşletmeye Bakış..... | 41 |
| 2.1.1 İşletme Analizi Yapılan Firmaya Bakış | 43 |
| 2.2 İşletmede Verilerin Toplanması..... | 44 |
| 2.2.1 Ürünlere Ait İş Akışının Belirlenmesi..... | 45 |
| 2.2.2 Ekipmanlardaki Operasyonların Tespiti..... | 48 |
| 2.2.3 Makinelerin İdeal Çalışma Hızının Tespiti | 48 |
| 2.2.4 Operasyonların İşlem Sürelerinin Tespiti..... | 49 |
| 2.2.5 Ekipmanlara Göre Duruşların Tespiti | 49 |
| 2.2.6 Çalışma Sürelerinin Tespiti | 50 |
| 2.2.7 Günlük Üretim Formlarının Hazırlanması | 51 |
| 2.2.8 İş Görenin Üretim Formu Doldurma Eğitimi..... | 51 |
| 2.2.9 Ekipmanlara Pano Asılması | 51 |
| ÜÇÜNCÜ BÖLÜM | 54 |
| 3. ÖNERİLEN TEE METODUNUN UYGULAMA VE DEĞERLENDİRİLMESİ | 54 |
| 3.1 Verilerin İşlenmesi | 54 |
| 3.2 Önerilen Metot İle TEE Hedeflerinin Belirlenmesi | 56 |
| 3.3 TEE Analizi..... | 60 |

| | | |
|---|--|----|
| 3.3.1 | Önerilen Metot İle Ekipman Hedeflerinin Değerlendirilmesi..... | 62 |
| 3.3.2 | Önerilen Metot ile Ekipman Seçimi..... | 65 |
| 3.4 | Altı Büyük Kayıp ile Ekipman İlişkisi..... | 67 |
| 3.5 | Kayıplara Karşı Takım Oluşturma..... | 68 |
| 3.6 | İyileştirme Çalışmalarının Değerlendirilmesi..... | 71 |
| DÖRDÜNCÜ BÖLÜM | | 73 |
| 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER | | 73 |
| KAYNAKÇA | | 76 |
| EKLER | | 79 |
| Ek A-TEE Kurulum Hazırlığı..... | | 80 |
| Ek B-Üretimi Yapılan Ürünün Detayı..... | | 82 |
| Ek C-TEE Analizleri..... | | 84 |
| ÖZGEÇMİŞ | | 86 |

TABLO LİSTESİ

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tablo 1.1 | : TVB, üretken bakım ve önleyici bakım arasındaki ilişki | 5 |
| Tablo 1.2 | : Toplam verimli bakımın 12 adımı | 8-9 |
| Tablo 1.3 | : İşyeri organizasyonu 5S | 15 |
| Tablo 1.4 | : TEE hesaplama örneği..... | 21 |
| Tablo 1.5 | : Performans yükseltmek için öncelikli ekipman adayı belirleme..... | 25 |
| Tablo 1.6 | : Performans yükseltmek için öncelikli ekipman adayı sıralaması.... | 25 |
| Tablo 1.7 | : Ekipman seçimi için katma değer hesaplama tablosu | 26 |
| Tablo 1.8 | : Ekipman seçimi için ağırlıklı ortalama hesaplama tablosu | 26 |
| Tablo 1.9 | : En iyinin en iyisi modeli..... | 28 |
| Tablo 1.10 | : Hedef belirleme ile ekipman seçimine bir örnek..... | 38 |
| Tablo 2.1 | : Ekipmanların işlem süreleri..... | 49 |
| Tablo 3.1 | : Ekipmanlara ait ideal kapasite verileri | 57 |
| Tablo 3.2 | : Ekipmanlara ait iş yükleri..... | 58 |
| Tablo 3.3 | : Analiz edilen dört ekipmanın hedef TEE değerinin hesaplanması | 59 |
| Tablo 3.4 | : Analiz edilen dört ekipmanın gerçekleşen TEE değerleri | 62 |
| Tablo 3.5 | : Analiz edilen dört ekipmanın hedefleriyle karşılaştırılması..... | 66 |
| Tablo 3.6 | : Kalite çemberleri TVB küçük grupları..... | 69 |

ŞEKİL LİSTESİ

| | | |
|-------------------|--|----|
| Şekil 1.1 | : Altı büyük kayıp ve TEE ilişkisi | 7 |
| Şekil 1.2 | : Örnek bir ekipman etkinliği kaybı grafiği | 8 |
| Şekil 1.3 | : TVB'nin dört aşaması..... | 9 |
| Şekil 1.4 | : TVB sürekli iyileştirme döngüsü..... | 12 |
| Şekil 1.5 | : TEE'nin sektörel bazda öne çıkan parametreleri..... | 18 |
| Şekil 1.6 | : Altı büyük kayıp ile TEE parametreleri ilişkisi..... | 22 |
| Şekil 1.7 | : Klasik yaklaşımla iyileştirme yapılacak ekipmanın seçimi..... | 24 |
| Şekil 1.8 | : Pazar şartları ile TEE hedefi belirleme..... | 28 |
| Şekil 1.9 | : Seri üretim ve sipariş bazlı üretim akışları | 29 |
| Şekil 1.10 | : Önerilen TEE hedef belirleme ve ekipman seçimi metodu..... | 31 |
| Şekil 1.11 | : Darboğaz ekipmanın hattın hızını belirlemedeki rolü | 32 |
| Şekil 1.12 | : Önerilen metotla iyileştirme yapılacak ekipmanın seçimi | 35 |
| Şekil 1.13 | : Hedef belirleme ile ekipman seçimi örneğinin hesaplanması | 40 |
| Şekil 2.1 | : Türkiye'de ağaç ürünleri sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin işyeri büyüklüğüne göre dağılımı | 42 |
| Şekil 2.2 | : Kapı kasası iş akış şeması..... | 46 |
| Şekil 2.3 | : Kapı kanadı iş akış şeması..... | 47 |
| Şekil 2.4 | : Pervaz iş akış şeması | 48 |
| Şekil 2.5 | : Haftalık TEE takip grafiği | 52 |
| Şekil 2.6 | : Aylık TEE izleme grafiği | 53 |
| Şekil 2.7 | : Üç aylık TEE çubuk grafiği..... | 53 |
| Şekil 3.1 | : Ekipmana ait duruş verilerinin girildiği bilgisayar ekranı..... | 55 |
| Şekil 3.2 | : Ekipmanın üretim verileri ile TEE değerinin hesaplandığı ara yüz | 55 |
| Şekil 3.3 | : Analiz edilen ekipmanlar..... | 58 |
| Şekil 3.4 | : Ekipmanların üç aylık duruşlarının oranları | 60 |
| Şekil 3.5 | : Ekipmanların üç aylık TEE değerleri | 61 |
| Şekil 3.6 | : Sıcak pres ekipmanının TEE değeri, hedefi ve altı büyük kayıp | 63 |
| Şekil 3.7 | : Haftalık TEE takip grafiği (Sıcak pres)..... | 64 |
| Şekil 3.8 | : Haftalık TEE takip grafiği (kenar bantlama)..... | 65 |
| Şekil 3.9 | : Ekipmanların altı büyük kayıp ve TEE ilişkisi..... | 68 |
| Şekil 3.10 | : Kilit açma makinesi | 69 |
| Şekil 3.11 | : Kilit açma ekipmanı iyileştirme öncesi ve sonrası TEE değerleri | 71 |

KISALTMALAR

| | | |
|--------------|---|---|
| TVB | : | Toplam Verimli Bakım |
| TEE | : | Toplam Ekipman Etkinliği |
| OEE | : | Overall Equipment Effectiveness |
| TPM | : | Total Productive Maintenance |
| KOBİ | : | Küçük ve Orta Büyüktteki İşletmeler |
| TVBY | : | Toplam Verimli Bakım Yönetimi |
| FTA | : | Hata Ağacı Analizi |
| FMEA | : | Hata Türü ve Etki Analizi |
| VA | : | Değer Analizi |
| JIT | : | Tam Zamanında Üretim |
| TÜS | : | Toyota Üretim Sistemi |
| QC | : | Kalite Kontrol |
| BOB | : | En İyinin İyisi |
| PVC | : | Poli Vinil Klorür |
| MDF | : | Orta Yođunluklu Lif Levha |
| SGK | : | Sosyal Güvenlik Kurumu |
| TÜİK | : | Türkiye İstatistik Kurumu |
| AR-GE | : | Araştırma Geliştirme |
| SWOT | : | Strengths, Weakness, Opportunities, Threats |
| GZFT | : | Güçlü-Zayıf Yanlar, Fırsatlar-Tehditler |
| CNC | : | Bilgisayarlı Sayısal Kontrol |
| Bkz. | : | Bakınız |
| Vb. | : | Ve benzeri |
| V.d. | : | Ve diđerleri |

ÖZET

KÜÇÜK VE ORTA ÖLÇEKLİ İŞLETMELERDE TOPLAM EKİPMAN ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM: BİR AHŞAP İŞLEME TESİSİNDE UYGULAMA

YAŞİN, Mehmet Fatih

Yüksek Lisans, İşletme Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Gülesin Sena DAŞ

Şubat-2014, 75 sayfa

Günümüzde işletmeler rekabetçi olabilmek veya rekabetçi kalabilmek için üretim süreçlerinin üretkenliğini arttırmaya çalışmaktadırlar. 1970’li yıllarda ortaya atılan Toplam Verimli Bakım (TVB) bu amaçla kullanılan yöntemlerden biridir. TVB kapsamında, Toplam Ekipman Etkinliği (TEE) adı verilen bir ölçüm aracıyla sistemdeki ekipman kayıplarının ortaya çıkarılarak ekipmanların üretkenliğinin artırılması hedeflenir. Rekabetçi kalmak dahası varlıklarını sürdürmek isteyen Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ) de TEE’den yararlanmaktadırlar. Ancak, KOBİ’lerin bu araçtan faydalanmalarının önünde çeşitli güçlükler mevcuttur. Bunların başında KOBİ’lerin bu tür çalışmalara zaman ve para ayırmada yaşadıkları güçlükler gelmektedir. Bu süreçte yaşanan diğer bir güçlük ise TEE’nin uygulanmasının bir endüstriden diğerine farklılık göstermesidir. Bu nedenle, bu çalışmada KOBİ’lere TEE’nin nasıl uygulanabileceği tartışılmış ve sanayide gözlemlenen sorunlardan hareketle yeni bir yöntem önerilmiştir. KOBİ’lerde TEE uygulamasında karşılaşılan en büyük sorun “Bu TEE değerlerine göre hangi ekipmana ne kadar iyileştirme yapılmalıdır?” sorusunun net bir cevabının olmamasıdır. Bu soruya literatürdeki çalışmalar incelenerek cevap verildiğinde, en fazla duruşa/kayba sahip ekipmana yani en düşük TEE değerine sahip ekipmana iyileştirme yapılması gündeme gelmektedir. Ancak, bu ekipmana veya ekipmanlara yapılan iyileştirmeler çoğu zaman üretim hattının üretkenliğini beklenen ölçüde arttırmamaktadır. Dolayısıyla, KOBİ’ler kısa vadede bakım için ayırdıkları

kaynağın karşılığında üretkenlik artışı yakalayamamaktadırlar. Bu çalışmada; önerilen “Kritik Ekipman Seçme ve HEdef Belirleme-KESHEB” metoduyla hattın darboğaz ekipmanı dikkate alınarak hattaki kritik ekipmanın belirlenmesi amaçlanmaktadır. Sonrasında, bu ekipmana Dünya Klasmanı tabir edilen %85 hedefi yerine hattın üretkenliğini arttırmak için KOBİ'nin kaynakları dâhilinde gerçekçi bir TEE hedefi belirlenmiştir. Sunulan metot, İstanbul'da sipariş bazlı üretim gerçekleştiren bir ahşap işleme işletmesinde uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar hattın üretkenliğinin bu yolla arttırılabildiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Toplam Verimli Bakım, Toplam Ekipman Etkinliği, KOBİ, Darboğaz.

ABSTRACT

A NEW APPROACH TO DETERMINE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES: AN APPLICATION IN A WOOD PROCESSING FACILITY

YAŞIN, Mehmet Fatih

Master Thesis, Department of Management

Supervisor: Dr. Gülesin Sena DAŞ

February-2014, 75 pages

Total Productive Maintenance (TPM), which was asserted in 1970s, is one of the methods used for increase the productivity. In a related, it is aimed at increasing the productivity of equipment by means of a measurement tool called Overall Equipment Effectiveness (OEE) that reveals losses of equipment in the system. However, Small and Medium Sized Enterprises (SMEs) face some difficulties while benefiting from this measurement tool. Among these, the first difficulty faced by SMEs is to allocate time and money in such studies. The other one is application of OEE varies from industry to industry. Therefore, in this study, it is discussed how to adopt OEE to SMEs and a new method based on the problems observed in the industry is proposed. The biggest problem encountered in the application of OEE for SMEs is that there is not a clear answer of the question “How much improvement should be made for which equipment?” according to these OEE values. In this study, it is aimed to determine the critic equipment in line by using the suggested "Critical Equipment Selection and TArget Determination –CESTAD” which considers the bottleneck equipment. Afterwards, a realistic OEE target - instead of a target of 85% which is known as World Class – is determined for this equipment to increase the productivity of the line by considering the available sources of the SME. Presented method is applied to a wood processing facility in İstanbul. The obtained results showed that the productivity of line can be improved this way.

Key Words: Total Productive Maintenance, Total Equipment Effectiveness, SMEs, Bottleneck.

GİRİŞ

Merkez Bankası İstatistik Genel Müdürlüğü'nün (2013) İmalat sanayi Kapasite Kullanım Raporuna göre; 2013 yılı Nisan ayında imalat sanayi genelinde kapasite kullanım oranı, geçen yılın aynı ayına göre 1,1 puan azalarak %73,6 seviyesinde gerçekleşmiştir. Ülkemizde imalat sanayinde önemli bir konu olan kapasite kullanım oranlarının düşüklüğü; talep yetersizliği, ekonomik koşullar, verimsizlik, grevler vb. birçok nedene dayandırılabilir.

Bu noktada Toplam Ekipman Etkinliği (TEE); özellikle Otomotiv sektörü gibi sürekli üretim yapan büyük işletmelerde üretim kayıplarını azaltmak için kullanılmaktadır. TEE, işletmeler için en önemli üç girdi olan; *Zaman*, *Verim* ve *Kalite* indikatörlerini harmanlayarak ekipman bazlı bir etkinlik ölçme tekniği sunmaktadır.

TEE, Toplam Verimli Bakım (TVB) çalışmalarının en önemli aşamasıdır. TVB kapsamında TEE ile ortaya koyulan kayıplar; Kaizen, 5S vb. iyileştirme çalışmaları ve ileri üretim teknikleri neticesinde bertaraf edilmekte ve böylelikle ekipmanların TEE değerleri Dünya klasmanı tabir edilen %85 seviyelerine yükselbilmektedir.

Literatürde Toplam Ekipman Etkinliği (TEE), çoğunlukla seri üretim gerçekleştiren sistemlere yönelik olarak düşünülmüş ve bu sistemlerin etkinliğini arttırmak ve kayıpları ortaya çıkarmak için uygulanmıştır. Ülkemizde de seri üretim gerçekleştiren Beyaz Eşya, Otomotiv gibi sektörlerde ve seri üretim hattına sahip büyük işletmelerde TEE etkin olarak kullanılmaktadır. Bu işletmelerin ulaşmak istediği nihai hedef; her bir ekipmanın TEE değerinin %85-%90 aralığında olmasıdır.

Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerde (KOBİ) ise TEE uygulanması, seri üretim gerçekleştiren büyük işletmelere kıyasla farklılıklar göstermektedir. Bu işletmelerin çoğu zaman sipariş bazlı üretim gerçekleştiriyor ve hatlarında farklı ürünleri üretiyor olmaları, TEE ve dolayısıyla TVB'nin bilinen şekliyle uygulamasında güçlükler neden olmaktadır.

KOBİ'ler tesislerinde, hatlarının dengeli ve verimli bir biçimde çalıştığının takibi için ayrı bir yöntem, ekipmanlarının etkinliğini tespit etmek için ayrı bir yöntem izlemek durumunda kalabilmektedirler. Bu durum KOBİ'lerin TEE'yi tesislerinde uygulaması fikrine pek de sıcak bakmamalarına neden olabilmektedir. Oysa ki TEE ile ekipman etkinliğinin belirlenmesinden sonra hattın darboğazını tespit ederek darboğazı bertaraf edebilecek gerekli yol haritasını ortaya koyabilirse, TEE KOBİ'ler için daha çekici hale gelecektir. Temelde TEE, ekipmanları birbirinden bağımsız olarak ele alan ve ekipmanın hattın hızına ve dengesine olan etkileriyle ilgilenmeyen bir tekniktir. Hâlbuki TEE ölçümleri ile hangi ekipmanın hattı geciktirdiğine karar verebilecek farklı bir algoritma oluşturulabilirse, TEE'nin sunduğu faydalar bir anda katlanmış olacaktır.

Bu çalışmada, KOBİ'lerde ve sipariş üretimi yapan işletmelerde TEE'nin nasıl uygulanabileceğine yönelik yeni bir yaklaşım önerilmektedir. Kısıtlı kaynaklarla üretim yapan KOBİ'lerin, tüm ekipmanlarına sürekli iyileştirme için büyük kaynaklar ayırmaları mümkün olamamaktadır. Dolayısıyla iyileştirme çalışmaları kapsamında ekipmanlara ilk aşamada %85 gibi yüksek TEE değeri belirlemek mümkün olamamaktadır. Zira tüm ekipmanlar için bu hedefe ulaşabilmek, genellikle yüksek bakım maliyeti anlamına gelmektedir. Bu nedenle KOBİ'ler ekipmanlarının etkinliğini artırmak için kısıtlı kaynakları göz önüne alarak hangi ekipmanların öncelikli olarak iyileştirilmesi gerektiğine doğru karar verememektedirler. Bu noktada kısıtlı kaynaklar ile hangi ekipmanın iyileştirileceğine karar vermek için farklı bir yöntem ihtiyacı olduğu düşünülmektedir.

Bu kapsamda; planlanmış iş yüküne göre belirli bir üretim hattında TEE hedefi belirlenip, sonra hedeften en çok sapan ekipmanın etkinliğini artırmak için iyileştirme çalışmaları yapılacaktır. Bu çalışmada önerilen yöntem klasik yaklaşım olan, en küçük TEE değerine sahip ekipmana iyileştirilme yapılması yerine TEE ölçümü ışığında hattın darboğazı olarak belirlenen ekipmana iyileştirme yapılmasını hedeflemektedir.

Önerilen yöntem ile işletmelerin makine bakımı için ayırmış oldukları kaynakların bu darboğaz ekipmanlara aktarılması hedeflenmektedir. Burada darboğaz ekipman hedef TEE değerinden en çok sapan ekipman olarak tanımlanmıştır. Darboğaz ekipman bulunduğu üretim hattının en yavaş ekipmanıdır ve bu nedenle hattın hızını tayin eder.

Dolayısıyla, önerilen yöntem yalnız bir ekipmanın TEE değerini arttırmanın ötesinde hattın toplam etkinliğini arttırmayı hedefleyen bir metodolojidir.

KOBİ'lerde hedeflerle TEE üzerinde çalışmanın iki önemli amacı vardır;

- İlk amaç işletmenin kısıtlı kaynakları ile TEE'yi sürdürebilmesini sağlamak için bu kaynakların hangi ekipmana yönlendirilmesi gerektiğini belirlemektir. Elbette işletmelerde gaye birbirinden bağımsız olarak tüm ekipmanların TEE değerlerini yukarılara taşımaktır. Ancak personel ve mali kaynak imkânları kısıtlı olan bu işletmelerde tüm ekipmanlarının üç aylık bir periyot sonunda hesaplanan TEE değerlerini aynı dönem içerisinde yükseltmeye çalışmak mümkün olamamaktadır. Bunun yerine belirlenecek olan hedeften en çok sapan darboğaz ekipmana yoğunlaşması ile daha efektif, ekipmanların TEE değerlerini bir nizam içerisinde tek tek yukarılara taşıyan bir yol izlenmiş olunur. Böylece, bakım planlamasına ayrılan mali kaynak da daha etkin kullanılmış olacaktır ve hattın üretkenliği artmış olacaktır,
- İkinci amaç ise TEE ile çalışırken üç aylık periyotlar dışında, haftalık ve aylık olarak hattaki ekipmanları bağımsız şekilde değerlendirebilmek üzere referans bir hedef ile kıyaslayabilmeyi mümkün kılmaktır. Böylelikle üretim yöneticileri ve operatörler tarafından ekipman panoları başında belirlenen hedef değer temel alınarak inceleme yapıldığında vardiya bazında ekipmanların yeterli performans sergileyip sergilemediklerine karar verebilecektir.

Önerilen yöntem, çok sayıda KOBİ'nin faaliyet gösterdiği sektörlerden biri olan Ahşap Sektöründe bulunan bir işletmeye uygulanmıştır. İşletmenin belirli bir üretim hattı olmasına rağmen, ürün gamı çeşitliliği nedeniyle sipariş üretimi gerçekleştirmesi, önerilen yöntemin bu işletmede denenmesi için seçilmesinde büyük rol oynamıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

TOPLAM VERİMLİ BAKIM

Toplam Verimli Bakım Yönetimi (TVBY), 1971 yılında Japonya’da “Japon Fabrika Bakım Enstitüsü” tarafından geliştirilmiş ve “sıfır üretim hatası” anlayışını benimseyen ve “minimum üretim kaybı” temelinde ekipmanlara uygulanmak üzere şekillendirilmiş bir sistemdir (Temiz v.d., 2010:49-60).

Toplam Verimli Bakım (TVB), Japonya’da ilk olarak ortaya çıktığında 1971 yılında üretimdeki ekipmanların bakımı için geliştirilmiştir. Sonraki dönemlerde zamanla gelişen ve farklı ülkelerde benimsenen TVB, bir bakım sisteminin ötesine geçmiş ve üretimi komple ele alan bir *üretim yönetim sistemi* haline gelmiştir.

Nakajima (1988:2) TVB’yi; tüm çalışanlar tarafından yürütülen üretken bakımın küçük grup faaliyetleri ile gerçekleştirilmesi olarak ifade etmektedir. Her ne kadar otomasyonun gelişimi ile üretimde insana olan ihtiyaç azalıyor gibi görünse de ekipman bakım süreçleri için insanın becerileri ve katkısı başı çekmektedir. Bu nedenle yöneticisinden işçisine uzanan bir organizasyon yapısı içerisinde TVB çalışmalarını başarıya ulaşılabilmektedir.

TVB’de temel amaçları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz (Nakajima, 1988:10);

- Verimlilik ve etkinlikte artış,
- Ekipman ve kaynaklara ait kayıpların yok edilmesi,
- Kalitede artış,
- Kârlılıkta artış,
- İş güvenliği seviyesinde artış.

TVB bu amaçlara şu direktiflerle ulaşır (Nakajima, 1988:10);

- Ekipman etkinliğini maksimize etmeyi amaçlama,
- Ekipmanın yaşam süresi için eksiksiz bir Üretken Bakım sistemi kurma,
- Mühendislik, operasyon, bakım gibi çeşitli departmanlar tarafından kurulur,

- Üst yönetimden işçiye kadar her çalışana kapsar,
- Temelde Üretken bakımın otonom küçük grup aktiviteleri üzerine kurulmasıdır.

Bu bağlamda da TVB; işletmenin üretim faaliyetleri içerisinde çalışanların tamamının katılımını gerektiren, operatörlere çalıştıkları ekipman ile ilgili otonom bakım sorumluluğu yükleyen, arızaların önlenmesine yönelik olarak işleyişleri içeren ve ekipman etkinliğinin en üst seviyeye çıkartılmasına yönelik temel hedefler belirleyen bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Andersson ve Bellgran, 2011:57-74).

Nakajima'nın da (1988:12) ifade ettiği gibi bir ekipman tesise kurulduğunda toplam bakım sistemi *Önleyici Bakıma* ihtiyaç duyar. Kayıpları önlemek için de *sürekli gelişime* ihtiyaç duyar. Son olarak da TVB'ye özgü küçük grup aktiviteleri gereklidir. Daha çok Amerikan bakım sistemi olarak tanınan *Önleyici Bakım*'dan Japon tarzı olan *Üretken Bakım*'a ya da diğer bir ifadeyle TVB'ye uzanan bu dönüşüm tablo 1.1'de izah edilmektedir.

Tablo 1.1'de görüldüğü gibi TVB, Üretken ve Önleyici Bakımın özelliklerini de kapsayan bir yapıya sahiptir.

Tablo 1.1: TVB, üretken bakım ve önleyici bakım arasındaki ilişki (Nakajima, 1988:12).

| | TVB özellikleri | Üretken Bakım özellikleri | Önleyici Bakım özellikleri |
|---|------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Ekonomik etkinlik (faydalı ÖB) | ○ | ○ | ○ |
| Toplam sistem (BS-ÖB-SG)* | ○ | ○ | |
| Operatörler tarafından otonom bakım (küçük grup aktiviteleri) | ○ | | |

TVB= Üretken Bakım + küçük grup aktiviteleri *BS= bakım sistemi, ÖB= önleyici bakım, SG=sürdürülebilir gelişim

Nakajima (1988:9) TVB'nin Japonya'da ortaya çıkmasından önceki süreçte Üretken Bakım faaliyetleri ön planda olduğundan bahsetmektedir. Üretken bakım, güvenilirliğin, bakımın ve ekonomik etkinliğin tesis tasarımındaki önemine vurgu yapmaktadır. Daha da önceki süreçte Kuzey Amerika'da ortaya çıkan Önleyici Bakımın dünyada yaygın olduğunu belirtmektedir. Önleyici Bakım temel bakım fonksiyonlarını yerine getirmektedir.

Bölüm 1.1.'de açıklanan TVB uygulamasının on iki adımı, adım adım yerine getirildiğinde performans getirisi sağlamakla birlikte fabrika kültüründe ve çevresinde değişikliği de neden olmaktadır. Ancak bir fabrikanın kültürünü değiştirmek için tek başına TVB yeterli olmamaktadır. Toplam kalite yönetimi ve kıyaslama (benchmarking) vb. gibi uygulamaların da bu sürece katkı vermesi beklenir. Bunun yanında TVB her fabrika için gerekli olan gelişim yolu olmayabilir (Robinson ve Ginder, 1995:2). Bunun nedeni, her işletmenin yapısının ve ihtiyaçlarının değişiklik göstermesidir. Dolayısıyla her işletme için genel geçer bir TVB yaklaşımı yoktur.

Sonuç olarak işletmelerin TVB'yi hayata geçirebilmeleri için kendi prosedür ve yol haritalarını çizmeleri beklenir. Her ne kadar işletmeler arası belirgin farklılıklar bulunsada, çoğu işletmede TVB'yi geliştirmenin bazı temel koşulları vardır. Bunlar beş ana madde olarak şu şekilde ifade edilebilir (Nakajima, 1988:49);

- Ekipman etkinliğini geliştirmek için “altı büyük kaybı” yok etmek,
- Bir otonom bakım programı oluşturmak,
- Bakım departmanı için bir bakım programı ve zamanlaması planlamak,
- Üretim ve bakım personelinin becerilerini arttırmak,
- Bir ekipman başlangıç yönetim programı oluşturmak.

TVB, işletmede toplam ekipman etkinliğini sağlayabilmek için önünde engel olarak duran “altı büyük kayıp” ile mücadele etmekte ve bunu bertaraf etmek için çalışmaktadır.

Bu altı büyük kayıp üç ana başlık altında şu şekilde ifade edilmiştir (Nakajima, 1988:14);

Kayıp zaman;

- Arıza kaynaklı ekipman hatası,
- Ayar ve kalibre.

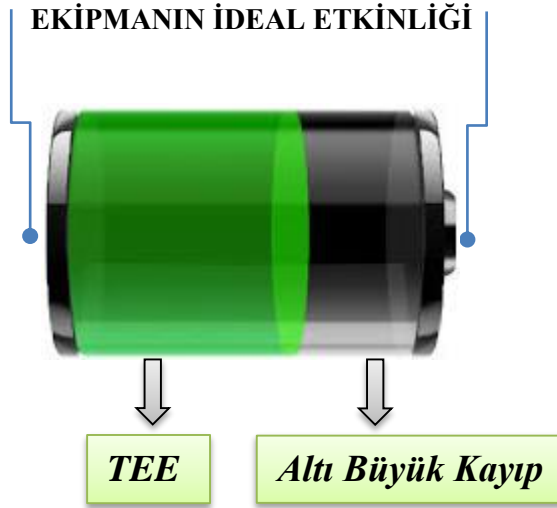
Hız kayıpları;

- Boşta çalışma ve küçük duruşlar,
- Ekipman hızının azalması.

Fire;

- Süreç içindeki fireler,
- Düzgün üretime geçişe kadarki verim kaybı.

“Altı büyük kayıp” için, üretim sistemleri içerisinde oluşabilecek kayıpların en özet halidir denilebilir. *Ekipmanın potansiyel etkinliği* matematiksel anlamda “1” olarak kabul edilirse; duruşlar, hatalar, fireler vb. kayıplar ile gerçekleşen ekipman etkinliği (TEE) alt alta toplandığında *Ekipmanın ideal etkinliği* ortaya çıkmaktadır. Bunun anlamı, kayıp oranı ne kadar az ise ekipman etkinlik oranı o derece fazladır. Şekil 1.1’de altı büyük kayıp ve gerçekleşen etkinlik arasındaki ilişki ifade edilmiştir.

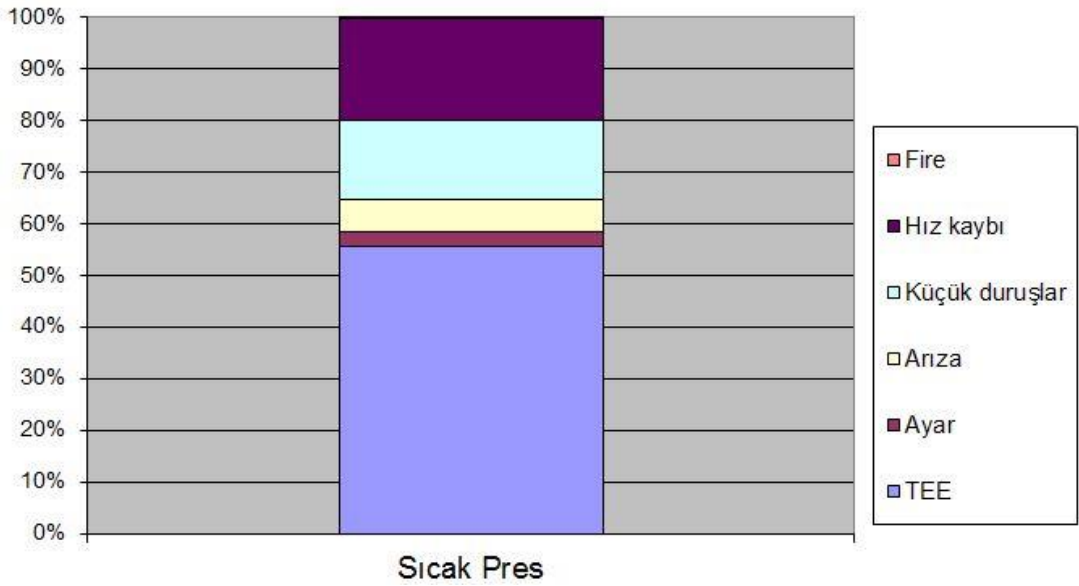


Şekil 1.1: Altı büyük kayıp ve TEE ilişkisi.

Görüldüğü üzere gizli kayıplar adeta ekipmanın verimliliğini çalmaktadır. Üretim süreci içerisinde gerçekleşen kayıplar TEE çalışmaları ile ortaya konulabilmekte ve böylece ekipmanın ideal etkinlikten ne kadar uzakta olduğu gözler önüne serilebilmektedir.

Bu analiz sonucu TVB kapsamında sürekli iyileştirme çalışmaları ile ulaşılmak istenen sıfır hata ve sıfır kaybı yakalama fırsatı elde edilmiş olunur. Şekil 1.2’de üç aylık bir süre boyunca üretim sahasından toplanan üretim verileri ışığında Sıcak pres ekipmanının gerçekleştirilen TEE analizi gösterilmektedir. Bu analize bakıldığında ekipmanın etkinliği %55 olarak görülmektedir, geriye kalan %45’lik potansiyel etkinlik ise kayba dönüşmüştür.

Kayıpların bertaraf edilmesiyle kaybolan etkinliğin geri kazanılabileceği düşünülürse, ekipmanın yaklaşık iki kat daha verimli çalışabileceği görülmektedir. Yani %55 olan TEE değeri kayıpların bertaraf edildiği oranda artacaktır. Örneğin, bu ekipmanda kayıplar %25 oranında yok edilebilirse TEE değeri $55 + 25 = \%80$ seviyesine yükselecektir.



Şekil 1.2: Örnek bir ekipman etkinliği kaybı grafiği.

Zaten, TVB ve TEE'nin önemli amaçlarından biri, üretim verimliliği kaybının en yaygın nedenleri olarak ifade edilen altı büyük kaybı azaltmak veya ortadan kaldırmaktır. TVB'de kayıplar ve etkinlik arasındaki ilişki ürünün kalitesi ve ekipman kullanılabilirliği açısından tanımlanır (Almeanazel, 2010:517-522).

1.1 Toplam Verimli Bakımın 12 Adımı

Bir işletmede TVB'ye geçiş; hazırlık, tanıtım, uygulama ve sağlamlaştırmayı içeren dört aşamalı bir süreç gerektirir. Ancak, bu süreç daha detaylı olarak on iki adımda da ifade edilebilir. Suzuki (1994:1-20) bu dört aşamayı tablo 1.2'deki başlıklar altında ifade etmiş ve bunların açılımı olan on iki adım ile kilit noktalarını açıklamıştır.

Tablo 1.2: Toplam verimli bakımın 12 adımı (Suzuki, 1994:1-20).

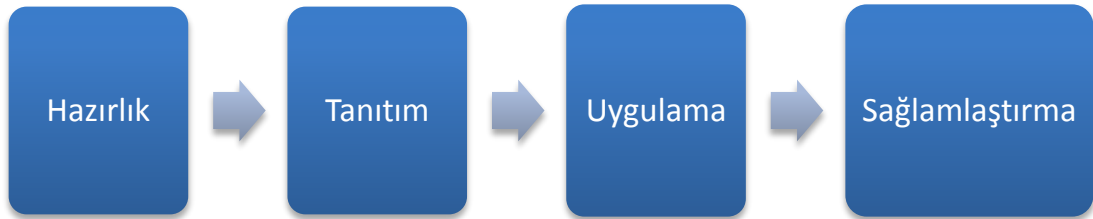
| Adım | Kilit Nokta |
|--|---|
| Hazırlık | |
| 1. TVB tanıtım kararının resmen duyurulması | Üst yönetim kurum içi toplantı ile duyurur, şirket yayın kanallarıyla bildirir |
| 2. TVB tanıtım eğitimlerinin ve yayma çalışmalarının yürütülmesi | •Üst düzey yönetim için spesifik yönetim seviyelerine göre grup eğitimleri •Genel çalışanlara slayt gösterim |
| 3. Bir TVB kuruluş organizasyonu oluşturulur | •Yönetim komitesi ve uzman alt komite •TVB kuruluş ofisi |
| 4. Temel TVB politika ve hedefleri kurulur | •Alt limitler ve hedefler belirleme •Satış tahmini etkileri |
| 5. TVB'in kurulması için taslak ana planı oluşturulur | •Hazırlık aşamasından uluslararası ödüle kadar |

Tablo 1.2: (Devam): Toplam verimli bakımın 12 adımı (Suzuki, 1994:9).

| Adım | Kilit Nokta |
|--|--|
| Tanıtım 6. TVB girişimi için başlama vuruşu | Müşteriler, iştirakler ve bağlı kuruluşları davet |
| Uygulama 7. Üretim etkinliğine maksimize etmek üzere bir yapı tasarlanır | Üretim etkinliğinde ulaşılabilecek son noktayı kovalama |
| 7-1 İyileşme odaklı faaliyetleri yürütme | Proje takımı aktiviteleri ve işyeri küçük grup aktiviteleri |
| 7-2 Otonom bakım programını kurma ve yayma | Denetimlerle adım adım ilerleme ve her adımda sertifikalandırma |
| 7-3 Planlanmış bakım programını uygulama | •Düzeltilici bakım •Kapalı bakım •Önleyici bakım |
| 7-4 Operasyon ve bakım becerileri eğitimi verme | Grup liderleri için grup eğitimi sonrasında grup üyelerine eğitim |
| 8. Yeni ürün ve ekipmanlar için Erken Yönetim sisteminin kurulması | Kullanımı kolay ürünler ve kullanımı kolay ekipmanlar geliştir |
| 9. Bir kalite bakım sisteminin kurulması | Sıfır hata ortamını oluştur, sürdür ve kontrol et |
| 10. Etkin bir yönetim ve destek sistemi oluştur | •Üretim desteği etkinliğini arttır •Yönetim fonksiyonlarını ve ofis çevresini geliştir ve kolaylaştır |
| 11. İş sağlığı ve güvenliği ile çevre koruma için bir sistem geliştir | İş kazasının ve kirliliğin olmadığı bir çevre sağla |
| Sağlamlaştırma 12. TVB'ı tam anlamıyla kur ve seviyelerini yükselt | •Uluslararası TVB ödülleri için başvur •Daha yüksek hedefleri amaçla |

TVB'nin sistemli bir şekilde kurulması, ileride operasyonel sorunlarla karşılaşmamak için önem arz etmektedir. Bu nedenle Şekil 1.3'de ifade edilen TVB'nin dört aşaması detaylı olarak ele alınmalı, tüm işletme çalışanları tarafından benimsenmeli ve tümünün katılımı ile gerçekleştirilmelidir.

TVB'nin tesise tam anlamıyla kurulmasından sonra sürekli iyileştirme faaliyetleri işletme varlığını devam ettirdiği sürece sürdürülmektedir. Birçok iyileştirme metodu bulunmakla birlikte, çalışmada TVB ile birlikte anılan Kaizen ve 5S iyileştirme faaliyetlerine de değinilecektir.



Şekil 1.3: TVB'nin dört aşaması.

1.1.1 Hazırlık Aşaması

Hazırlık programının dikkatli ve iyi bir şekilde yapılması önem arz etmektedir (Suzuki, 1994:1-20). Çünkü süreç içerisinde yapılacak düzenlemeler yorucu ve sıkıntılı olabilir. Bu aşama, üst yönetimin TVB ile ilgili kararını duyurması ile ana planı hazırlaması arasındaki aşamaları içerir.

İlk olarak TVB'nin şirkette tanıtılmasının nedenleri ve gereklilikleri çalışanlara net olarak açıklanır. Bunun yanında insan kaynağının sürece hazırlanması için gerek duyulan personelin dışarıdan, diğerlerinin ise içeride eğitim alması için planlama yapılmalıdır.

Tepe yöneticisinden en alt çalışanına kadar TVB'nin tanıtılması ve kurulması adına lideri ve belli sayıda üyeleri olan, iç içe geçmiş küçük gruplar oluşturulabilir. Burada, her küçük grup lideri aynı zamanda kendisinin üstündeki küçük grubun da üyesidir.

Bu aşamanın tamamlanması için temel TVB politika ve hedefleri belirlenip buna uygun bir ana plan hazırlanmış olmalıdır.

1.1.2 Tanıtım Aşaması

Hazırlık aşamasında ana plan tamamlanır tamamlanmaz başlama vuruşuna geçilir. İlk harekete geçme olarak tanımlanabilecek bu nokta, iştiraklerin, müşterilerin, tedarikçilerin ve bağlı kuruluşların da davet edildiği şirket genelinde yapılan kapsamlı bir toplantıyı içerir.

Toplantıda sürecin amaçları ve işletmedeki fonksiyonların tüm aşamaları duyurulur. Ancak bu toplantı sıradan bir iş toplantısının ötesine geçip baştan aşağıya tüm çalışanların da katılımı ile gerçekleştirilip adeta şirketin yeniden doğuşu gibi bir tören havasında geçmelidir. Amaç herkesin TVB'ye sahip çıkmasını ve değişime ayak uydurmasını kolaylaştırmaktır (Robinson ve Ginder, 1995:41).

1.1.3 Uygulama Aşaması

Uygulama aşaması beş adımdan oluşmaktadır;

- Ana plandaki aktivitelerin yürütülmesi,
- Başlangıç fazı kontrolü,

- Kalite Bakım Sistemi,
- Yönetim ve Destek birimlerinde TVB'nin kurulması (üretimle doğrudan ilgili olmayan birimler),
- İş güvenliği ve Çevre Yönetimi.

Uygulama aşaması sürecinde ilk olarak ana planda belirtilen aktiviteler yürütülür ve ulaşılmak istenen hedeflere doğru hareket edilir.

Şirketlerin üretim etkinliğini maksimize etmek üzere belirledikleri hedefler ve aktiviteler her ne kadar birbirinden farklı olsa da en çok yaygın olanlarını Suzuki (1994:1-20) şu şekilde belirtmiştir;

- Gelişime Odaklanma,
- Otonom Bakım,
- Planlı Bakım,
- Eğitim.

TVB yönetimi kayıpları ve arızaları giderebilmek için süreçler oluştururken, bir yandan da iyileştirmeyi hayata geçirebilmek için mevcut birçok analitik metottan faydalanmaktadır.

Nakazato (1994:45-86), TVB sisteminin amaçlarına ulaşabilmesi için endüstride faydalanılan ve sektörlerce takdir gören teknikleri şu şekilde sıralamıştır;

- Fenomen Mekanizma Analizi (P-M Analysis),
- Neden-Neden Analizi (Why-Why Analysis),
- Hata ağacı analizi (Fault Tree Analysis),
- Hata türü ve etki analizi (Failure Mode and Effect Analysis)
- Endüstri Mühendisliği (Industrial Engineering),
- Değer analizi (VA Analysis),
- Tam zamanında üretim- Toyota Üretim Sistemi (Just In Time),
- Yedi kalite kontrol aracı (Quality Control Tools).

Bu teknikler TVB küçük grup takımları tarafından altı büyük kayba karşı gerekli görülen durumlarda faydalanılır.

Uygulama aşamasındaki başlangıç fazı kontrolü adı verilen, *en kolay kullanım için ekipman yönetimi* ile *ekonomik ve hızlı ürün yönetimi* hususlarını içeren adımda, ekipman ve ürün devreye alma noktasında çalışmalar gerçekleştirilir. Böylelikle iyileştirme çalışmaları sonrası ortaya çıkabilecek kayıplar önceden tespit edilmeye çalışılır.

1.1.4 Sağlama Aşaması

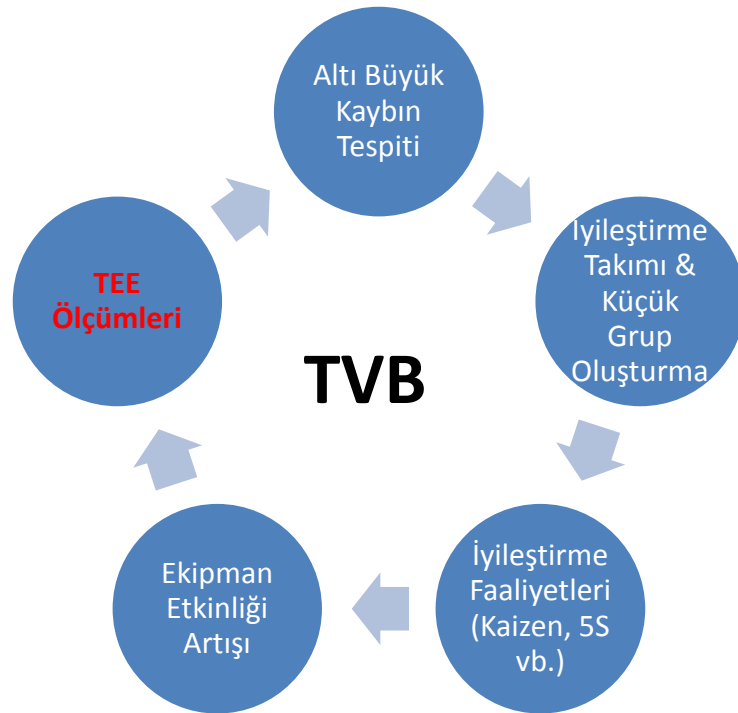
Bu aşama, TVB'nin sürekli gelişimini vurgulamak, hedefleri sürekli revize etmek ya da yeni işletme vizyonu oluşturmak ve uluslararası ödülleri hedef almak gibi çalışmalarını içerir.

Örneğin Japon Tesis Yönetimi Enstitüsünün (JIPM) her yıl düzenlediği programla üyeleri arasından belirlediği başarılı kuruluşlara ödül vermektedir (Robinson ve Ginder, 1995:14). Böylelikle süreç içerisindeki yaşanabilecek direnç ve eskiye dönüş gibi sorunlarla başa çıkılabilmektedir.

1.2 Kaizen ve 5S

TVB'nin kuruluşunu tamamlandıktan sonra, süreç içerisinde hiç durmayan ve devam eden faaliyetler, uygulama aşamasındaki faaliyetlerdir. Uygulama aşamasında, işletmede temel amaç olan sıfır fire ve sıfır kayba ulaşabilmek için birçok iyileştirme faaliyetlerinden faydalanılır. Bu çalışmaların ortak özelliği sürekli olmalarıdır.

Bu noktada TVB'nin kayıpları yok etmek için faydalandığı temel araçlardan ikisi Kaizen ve 5S'tir. Şekil 1.4'de TVB kapsamında sürekli iyileştirme süreci ifade edilmiştir.



Şekil 1.4: TVB sürekli iyileştirme döngüsü.

Japonca bir kelime olan Kaizen Türkçeye “sürekli iyileştirme” olarak çevrilmektedir. Kurucusu olan Imai Masaaki’ye göre basitçe, ister bireysel ister grup hareketi içerisinde olsun bulunulan ortam içerisinde iyileşme potansiyeli bulunan süreçleri ve durumları tespit etmek ve iyileştirmeyi uygulamaktır. Kaizen için mutlaka bir üretim süreci ve ortamı olması koşul değildir, yalnızca devam eden ve tekrarlanan bir ortam olması yeterlidir. Bunun yanında büyük yatırımlara gerek duymamaktadır (Karlöf ve Lövingsson, 2005:180).

Örneğin, müşterilerine düzenli ekmek satan bir fırının devamlı müşterilerine her seferinde naylon torba içerisinde ekmek vermek yerine bir defaya mahsus daha maliyetli ancak dayanıklı olan bez bir torba vermesi bir nevi Kaizen faaliyetidir. Fırıncı naylon yerine bez torbaya geçerek üç kazanım sağlamış olmaktadır; maliyet açısından israfı yok etme, sağlığa daha uygun taşıma, çevreye daha faydalı tüketim.

Kaizen faaliyetleri işletme süreçleri içerisinde ele alındığında, bu faaliyetlerin çabuk geri dönüşüm sağladığı ve çalışanda, heyecan ve gözle görünen değişikliklerden dolayı sahiplenme duygusunu meydana getirdiği söylenebilir. Kaizen faaliyetleri mevcut bütçe, personel, donanım ve makinalarla yapılabilir ancak hiçbir çalışma ortamında kaynakların sonsuz olmadığı da bir gerçektir. Unutulmamalıdır ki Kaizen yenilik değildir. Kaizen küçük akıllı iyileştirmelerdir (Tiryakioğlu v.d., 2009:38).

Kaizen, mevcut kaynak ve imkanlar dahilinde hayata geçirilen bir faaliyet olduğundan kazanımların artması için daha çok katılımcı olmasını gerekli kılar. Bu katılım bireysel ya da grup aktiviteleri şeklinde olabilir. Ancak, Kaizen faaliyetlerinin belirli işletme amaçlarına hizmet edebilmesi açısından kişi ve grupların iyileştirme yapılacak konuyu belirlerken işletme hedeflerine uygun hareket etmesi önemlidir.

Kısacası kaynaklar iyileştirme çalışmalarına harcanırken işletmenin elde edeceği toplam fayda göz önüne alınmalıdır. Bu hususta Burton ve Boeder (2003:79) doğru Kaizen faaliyetlerinin seçimi ile kısıtlı kaynak ilişkisini şu şekilde ifade etmişlerdir;

Doğru Kaizen faaliyetlerinin seçimini yapmak, sürekli iyileştirme çalışmalarının kısıtlı kaynaklardan yararlanarak yürütülmesi bakımından önemlidir. En son isteyeceğiniz şey kişilerin kendi kişisel faydalarına uygun olayları ya da düşük stratejik önemi olan olayları tıpkı bir Kaizen kovboyu gibi seçerek hareket ettiği bir ortamın olmasıdır.

Kaizen çalışmaları tek tek değerlendirildiğinde doğrudan müşteriye yansıyan bir etki oluşturmayabilir. Ancak işletmenin her alanında harekete geçilirse tıpkı “damlaya damlaya göl olur” misali ortaya çıkan iyileşmeler (ürün kalitesi, termin, teslimat, fiyat vb.) müşteri tatminini arttıracak ve rekabete katkı sağlayacaktır. Zira bu süreç başı ve sonu belli olan bir süreç değildir. Adından da anlaşılacağı gibi devamlıdır. Dolayısıyla işletme faaliyetlerine devam ettiği sürece bir Kaizen faaliyeti biterken diğeri başlar. Burton ve Boeder (2003:75) Kaizen faaliyetlerinin bir işletmede kurumsallaşmasının kilit faydalarını aşağıdaki gibi sıralamışlardır;

- Çalışanlar her türlü problemi ve çözümünü günlük aktivitelerinde daima düşünürler,
- Süreç/departman ihtiyaçları, kendi proseslerinde ileri seviyede bilgili olan kişiler tarafından sahadaki çalışmalarıyla kolaylıkla tanımlanabilir,
- Kişiler geliştirme sürecine nasıl dahil oldukları değişime olan direnç de öylece minimize edilir,
- Çözümler sağduyuyu ve düşük maliyet yaklaşımları üzerinde durur,
- Çalışanlar, sürekli geliştirme aktivitelerini kabullenmeye ve bundan keyif almaya başlar,
- Kişiler değişime vesile olduklarını hissettikleri için sundukları öneriler kısa sürede artar,
- Değişime karar vermek için daima üst yönetimin onayına gerek yoktur, değişimin sorumluluğu sürece katılanlarca üstlenilecektir.

Literatürde dört çeşit Kaizenden bahsedilmekte ve üç aşamalı olarak uygulandığı görülmektedir. Aşamaları; problemin tanımlanması, fikir üretme ve uygulamadır. Türleri; Önce-Sonra Kaizenleri, Kazien kombinasyonları, 5S Kaizenler ve Ekip Kaizenleri, farklı amaçlarla faydalanılan ve farklı yöntemlerle yürütülen Kaizenlerdir (Tiryakioğlu v.d., 2009:30).

Seiri (Toparlanma), Seiton (Düzen), Seiso (Temizlik), Seiketsu (Standardizasyon) ve Shitsuke (Otokontrol) kavramlarının bir araya gelmesi ile 5S kavramı oluşmaktadır. 5S; toparlanma, düzen, temizlik, standardizasyon, disiplin kelimelerinin Japonca karşılıklarının baş harfleri ile tanımlanan bir çalışma ortamı iyileştirme faaliyetidir (Nakajima, 1988:73). Tablo 1.3’de çalışma ortamının 5S ile nasıl iyileştirileceği ifade edilmektedir.

Tablo 1.3: İşyeri organizasyonu 5S (McCarthy ve Rich, 2004:54).

| Adım | Hedef | Gelişim konusu |
|------------------------------|--|---|
| 1 Toparlanma (Seiri) | İhtiyacın olmayan şeylerden kurtulma | Bir ay boyunca kullanmadığımız hiçbir şey çalışma ortamında bulunmaz |
| 2 Düzen (Seiton) | İhtiyacın olduğunda bulabilmek için malzemeleri ayırma | İhtiyacın olan her şeyi 30sn ya da daha kısa sürede bul |
| 3 Temizlik (Seisi) | Çalışma ortamını temiz tutmayı kolaylaştırma | Çalışma ortamını minimum efor ile muntazam ve temiz tutmak için düzen oluşturun |
| 4 Standardizasyon (Seiketsu) | Pürüzsüz bir çalışma ortamı bakımı | Uygunsuz bulaşıcıların nasıl azaltılacağını anla ve standart belirleyerek doğru şekilde yapmayı kolaylaştır |
| 5 Otokontrol (Shitsuke) | Görsel kontrol uygula | Yanlış yapmayı zorlaştır |

5S'in amacı, üretim alanında tertip ve düzeni sağlamaktır. Dağınık, karışık, kirli, başıboş olan bir üretim ortamında "zaman" belirgin bir kayıp unsuru olacaktır. Hedef sıfır kayıp olduğundan 5S, ortamdaki detayları irdelemektedir. Her ne kadar ekipmanlar sorunsuz çalışıyor olsa da, insanın idare ettiği bir sistemde bu beş faktör verimliliği etkilemektedir.

Willmott ve McCarthy'a (2000:96) göre 5S'i uygulamanın amacı; gereksiz şeylerden kurtulmak, her şeyi doğru yerine koymak, çalışma ortamını temiz ve düzenli tutmak ve bu disiplini herkese kazandırmaktır. Tazegün (2009:22) TVB uygulama adımları arasında gelişim ve iyileştirme aşamasında yeri olan 5S ile sağlanan faydaları şöyle ifade etmiştir;

- İsraf görünür hale gelir ve eliminasyonu kolaylaşır,
- Ekipman, malzeme ve çalışma alanı üzerindeki kontrol artar,
- Ayar süreleri kısalmış,
- Kalite değerleri yükselir, harcamalar azalır,
- Çalışma güvenliği artar,
- Çalışanların kendine olan öz güvenlerini ve işyerine sahiplenmesini artırır.

1.3 Toplam Ekipman Etkinliği

Toyota Üretim Sistemi (TÜS) ve TVB gibi Japon menşeli yönetim sistemleri özünde israfı yani kayıpları yok etmeyi hedef aldıklarından ötürü, gerçekte verimliliğin ne oranda yok olduğunu tespit etmek, bu hedefe ulaşmaktaki önemli bir kilometre taşıdır denilebilir. Dolayısıyla verimli ve daha etkin kullanılabilen

kaynaklar için TEE'nin, KOBİ'lerden büyük ölçekli firmalara kadar tüm işletmeler için kritik ve üzerinde durulması gereken bir performans göstergesi olduğu düşünülmektedir.

Toplam Ekipman Etkinliği (TEE), TVB'nin bir parçası olan ve üretim tesislerinin etkinliğini ölçmek amacı ile kullanılan en etkili tekniklerden birisidir. TEE; üretimin üç bileşeni olan zaman kullanımı, performans ve kalite faktörleri arasında ilişki kuran, bu faktörleri optimum noktada birleştiren ve yönetim imkanı sağlayan bir ölçüm sistematiği olarak değerlendirilmektedir (Tsarouhas, 2011, 515-523).

Bir başka deyişle, TEE ekipmanların değişik üretim kayıplarını ölçerek potansiyel iyileştirme alanlarını işaret eder (Pintelon ve Muchiri, 2008:3517-3535). Bu kayıplar belirlendikten sonra genel uygulama; ekipmanlar için zaman kullanımı, performans ve kalite açısından gerekli iyileştirilmelerin yapılmasıdır.

TEE; ekipmanın ideal çalışma şartlarından sapmasına neden olan tüm kayıpları sistematik olarak ve rasyonel bir şekilde ortaya koyan bir etkinlik ölçme ve analiz tekniğidir. Örneğin, 10 ekipmanı olan bir üretim hattında; her ekipmanda minimum 100 farklı nedenden ötürü kayıp olabileceği düşünülürse, bu durumda; $10 \times 100 = 1000$ farklı çözüm bekleyen kayıp ortaya çıkacağı aşikârdır. Herhangi bir sistematiğe sahip olmayan bir üretim tesisinde, bu gizli kayıpların tespiti ve analizi teknik olarak mümkün olamayabilir. Ancak, TEE tekniğinin üretim yöneticileri ve çalışanları tarafından kararlı olarak uygulanması, istisnasız tüm kayıpların net ve anlaşılır bir şekilde ve sistematik olarak ortaya çıkmasına olanak tanıyacaktır.

Bu bağlamda üretim tesislerinin performansını artırmak amacı ile kullanılan etkili ölçüm parametrelerinden birisi, dünya literatüründe "Overall Equipment Effectiveness (OEE)" olarak geçen "Toplam Ekipman Etkinliği (TEE)"dir (De Ron ve Rooda, 2005:1-16). Burada atlanmaması gereken nokta; TEE'nin bir ekipman ölçüm yöntemi olduğu ve tesisin genel (toplam) etkinliğini vermeyeceğidir. TEE, ekipmanları ayrı ayrı ele alır. Ekipmanların TEE ortalamaları tesisin etkinliğini belirlemeyecektir. Çünkü tesisin verimliliğini belirleyen ekipman; tüm hatlardaki en düşük verimle çalışan ekipmanlardır. Ancak bu ekipmanlar, çoğu zaman en düşük TEE değerine sahip ekipman olmayabilir. Üretimdeki hatların TEE değerini ölçmek farklı hesaplamalar gerektirirken, tüm tesisin TEE değerini belirlemek uygun şartları gerektirir ve oldukça zordur. Robinson ve Ginder (1995:136) konuya şöyle değinmişlerdir;

“Bir tesisin toplam etkinliğini ölçmek, özellikle farklı prosese sahip hatlar içeriyorsa mevcut hesaplamalarla mümkün değildir.”

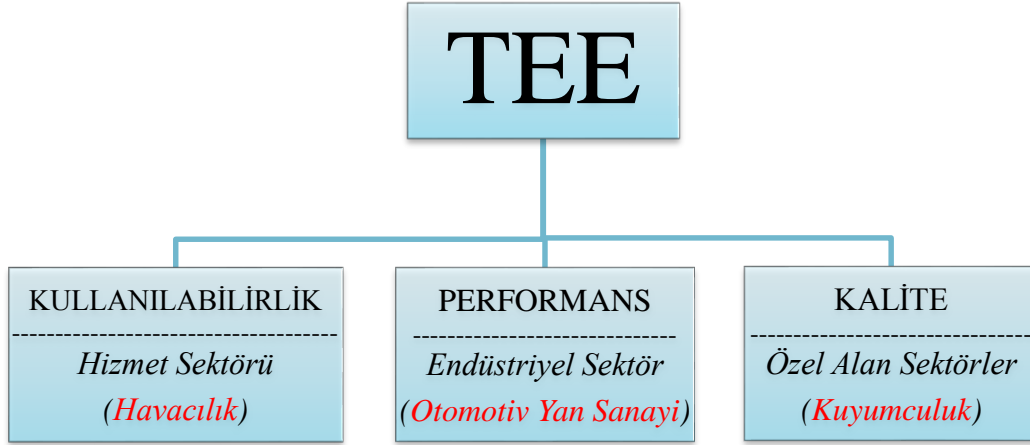
Toplam Ekipman Etkinliği tekniği bir çeşit X-Ray cihazına benzetilebilir. Bu cihazdan geçen cisimlerin içerdikleri tehdit, detaylı ve net bir şekilde süpervizör tarafından tespit edilebilir. Tıpkı *X-Ray cihazı* gibi TEE’de ekipmanlarda ortaya çıkan gizli kayıpları işaret eder. Bu belirlendikten sonra ise TVB kapsamında Kaizen, 5S, küçük iyileştirme grupları vb. araçlar vasıtasıyla iyileştirme çalışmaları yapılır ve sorunun nedeni tespit edilerek çözüme kavuşturulur. TEE’nin çözüme giden bu yoldaki misyonunu vurgulamak için şu örneği verebiliriz;

Bir tesisteki X, Y ve Z ekipmanlarının bulunduğu bir üretim hattında yapılan TEE ölçümleri sonrası, TVB kapsamında iyileştirme çalışmalarını başlatmak üzere oluşturulan ekip, ekipmanların altı büyük kayıp raporlarını incelemiştir. Bu çerçevede bir husus ekibin dikkatini çekmiştir. Elektrik kesintisi kaynaklı duruşun diğer ekipmanlara göre X ekipmanında daha fazla süre gerçekleştiği fark edilmiştir. Ancak anlaşılamayan nokta, elektrik kesintisinin tüm ekipmanlarda değil de neden yalnızca X ekipmanında daha fazla duruşa neden olduğudur. Tesiste elektrik kesintilerine karşı bir jeneratör sistemi mevcuttur ve elektrik kesintisi sonrası 2 dakika içerisinde elektrik sisteme aktarılabilmektedir. Bu durumu değerlendirip “kök neden araştırması” gerçekleştiren iyileştirme takımı sorunun kaynağına ulaşmıştır. Sorun, jeneratör tarafından üretilen elektrik akımının diğer ekipmanlara yeterken X ekipmanını çalıştırmaya yetmediği ve bundan dolayı X ekipmanının devreye girememiş olmasıdır. Böylece, ekip tarafından yapılan iyileştirme çalışması ile elektrik kesintilerinden hiçbir ekipmanın etkilenmemesi ve üretimin aksamaması adına jeneratör sisteminin yeterli akım üretebilecek seviyeye getirilmesi sağlanmıştır.

TEE’nin buradaki katkısı dikkat çekicidir; ekipmanın kendi sorunları dışında çevresel nedenlerden dolayı duruş yaşayabileceği, gerçekleştirilen TEE ölçümü sayesinde tespit edilebilmiştir. Literatürde KOBİ’ler ve sipariş üretimi yapan işletmeler için TEE’nin nasıl uygulanması gerektiği üzerine az sayıda akademik yayın bulunmaktadır. Bunlardan biri olan Eevli v.d.’nin (2005:113-128) çalışmasında da, KOBİ’lerde seri üretimin uygulanmaması nedeniyle TEE hesaplamasının önünde çeşitli engeller bulunduğu dile getirilmiştir.

TEE, adından da anlaşılacağı gibi etkinlik ve verimi toplam olarak ele almaktadır. Ancak, KOBİ’ler genelde ürettiği ürün ve sunduğu hizmetin çeşidine

göre verimlilik algılarını tespit etmektedirler. Geleneksel yöneticiler üretkenliklerini; kendilerince en önemli olduğuna inandıkları parametre üzerinden ölçmektedir. Aşağıdaki Şekil 1.5’de işletme türlerine göre dikkate alınan parametre ve TEE’nin burada farklı olarak işletmelere ne kazandırmaya çalıştığı ifade edilmiştir.



Şekil 1.5: TEE'nin sektörel bazda öne çıkan parametreleri.

Hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmeler yaptığı iş süresince işi aksatacak sorunları önlemeye çalışırlar. Yani alınan bir işin gününde hazır olabilmelerini ön planda tutar (A-Kullanılabilirlik). Havacılık sektörü göz önüne alınırsa, uçakların zamanında kalkışları sektör için dikkate değer bir etkinlik parametresidir.

Üretim sektöründe ise belirli bir sürede en fazla ne kadar ürün çıkarabildiğine odaklanmaktadır (P-Performans). Burada bir vardiyada maksimum sayıda ürün üretebilmek asıl amaçtır.

İşçilik yoğun sektörlerde de kalitesiz üretimden ötürü maliyetlerin yükselmemesi oldukça önemlidir (Q-Kalite). Örneğin, hassas torna tesviye işçiliği yapan üreticiler bir parçanın dikkatsizlik sonucu hatalı üretilmesiyle hammadde kaybıyla karşılaşılır ve bundan ötürü “Kalite” faktörüne ağırlık verirler.

TEE, işletmelerin yalnızca bir ölçek üzerinde etkinlik tespiti yapmalarının yetersiz olduğunu ve yukarıda belirtildiği gibi üç faktör ile bunların analizi sonucu ortaya çıkan “Altı Büyük Kayıp”ın da işletmelerde dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

İşletmeler bu sayede tesislerindeki kayıpların önüne geçerek, yalın tekniklerle etkinliklerini arttırabileceklerdir.

KOBİ'lerin, büyük işletmelerce yaygın olarak uygulanan TEE sistemini kendi tesislerinde nasıl uygulayabilecekleri hususunda bilinmesi gereken, TEE'nin hesaplamalarında esnekliğinin olmasıdır.

Bir başka deyişle, tüm tesislerde ve her koşulda aynı şekilde hesaplama yapılma zorunluluğu yoktur. İşletmenin, üretim sahasından detaylı bilgi toplama becerisine ve TEE hedefi/beklentilerine göre formül hassasiyetini arttırabilir. Buna rağmen, Robinson ve Ginder (1995:127) TEE hesaplamasının detaylarında net olmayan koşullardan ve hesaplama alternatifleri arasında karar vermenin zor olduğundan bahsetmektedirler. Ayrıca, TEE'nin birinci elementi olan kullanılabilirlik değerinin hesaplamasında önleyici ve rutin gündelik bakımların planlı duruş mu yoksa plansız duruş mu olarak değerlendirileceğinin net bir yanıtı olmadığını belirtmektedir.

Buna karşın, işletmelerin burada net bir karar almalarını ve bu kararı TVB'nin erken bakım aşamasında almaları gerektiğini vurgulamaktadır. Performans parametresinin hesaplanmasında ise ideal işlem süresinin; her ürün için ayrı ayrı mı yoksa vardiya boyunca işlenen ürünlerin işlem sürelerinin ortalama ağırlıkları ile mi belirleneceğinin kesinlik arz etmediğini ifade etmektedir.

Kısacası; işletmeler kendi koşullarına uygun şekilde TEE sistemini tesislerine adapte edebilirler. Ancak bu noktada tutarlılık ve tanımlarda süreklilik olmalıdır.

1.3.1 TEE Hesaplaması

TEE, en klasik şekliyle çalışma süresi verimliliği (Kullanılabilirlik), Performans ve Kalite oranlarının birbiriyle çarpımı ile hesaplanabilir (Nakajima, 1988:27).

$$TEE = \text{Kullanılabilirlik (A)} \times \text{Performans (P)} \times \text{Kalite (Q)} \quad (\text{Denklem 1.1})$$

TEE hesaplamasındaki bu üç parametre farklı verilerin bir araya gelmesi sonucu belirlenmektedir. Bu faktörleri şu şekilde tanımlayabiliriz (Nakajima, 1988:28);

Toplam planlanan zaman; Üretimin gerçekleşeceği iş günündeki mesai başlangıç ve bitişi saatleri arasındaki süreyi ifade eder.

Molalar; Toplam planlanan zaman içerisindeki planlı duruşları ifade eder. Örneğin, yemek ve çay araları, planlı bakım duruşları vb.

Net çalışma süresi; Toplam planlanan zamandan tüm planlı ve öngörülen duruşların çıkarılması ile hesaplanan süredir. Ekipmanın bu süre içerisinde tam verim ile üretim gerçekleştirmesi beklenir. Bu süre içerisinde meydana gelecek her duruş kayıp olarak nitelendirilir.

Net Çalışma Süresi = Toplam Planlanan Zaman – Planlı Duruşlar (**Denklem 1.2**)

Duruşlar; Net üretim süresi içindeki zaman kayıplarıdır. Arıza, elektrik kesintisi, ayar değişiklikleri vb. duraklamalar örnek olarak gösterilebilir

Operasyon süresi; Net üretim süresi içerisinde gerçekleşen kayıplar çıkarılarak hesaplanır. Bu süre ekipmanın üretim gerçekleştirdiği süreyi tanımlar.

Operasyon Süresi = Net Çalışma Süresi – Plansız Duruşlar (**Denklem 1.3**)

İdeal işlem süresi; Ekipmanın birim zamanda ürettiği parça sayısı ya da bir parçayı ürettiği birim zaman olarak ifade edilir.

Üretilen parça adedi; Operasyon süresi içerisinde üretilen sağlam ürün, fire ve yeniden üretim miktarları toplamını ifade eder.

Ret edilen parça adedi; Üretilen parçalar içerisinde sağlam olmayan ürünleri ifade eder. Fire olarak ayrılan ve hatalı olduğu için yeniden üretilen parça sayısıdır.

Toplam ekipman etkinliğinin üç parametresini Miyoshi (1994:21-44) çalışmasında aşağıdaki şekilde tarif etmiştir; *Kullanılabilirlik*; Tüm planlı ve plansız duruşların *Toplam planlanan zaman*'dan çıkarılması ve sonucun *Toplam planlanan zaman* değerine bölünüp 100 ile çarpılması yoluyla hesaplanır. *Performans*; Ekipmanın performans seviyesi, gerçekleşen üretim seviyesinin ideal üretim seviyesine oranıdır. İdeal üretim seviyesinden maksat, ekipmanın tasarlanan teorik üretim kapasitesidir. *Kalite*; Sağlam ürün miktarı kalite seviyesini ifade eder. Yeniden üretilen ürün ve fireler toplam üretimden çıkarıldığında sağlam ürün miktarı ortaya çıkar.

Örnek bir TEE hesaplaması, tablo 1.4'te Kullanılabilirlik, Performans ve Kalite parametreleri ile hesaplanmıştır. Örnekte hesaplanan %67,5 değerindeki TEE değeri, ekipmanın Dünya klasmanı olan %85-90 TEE hedefinden uzak olduğunu ve yaklaşık 20 puanlık etkinliğin kaybolduğunu işaret etmektedir.

Tablo 1.4: TEE hesaplama örneği.

| | |
|----------------------------------|--|
| Toplam planlanan zaman (a) | 720 dakika |
| Molalar (b) | 60 dakika |
| Net çalışma süresi (c) | 660 dakika (c=a-b) |
| Duruşlar (Kalıp değişim vs.) (d) | 90 dakika |
| Operasyon süresi (e) | 570 dakika (e=c-d) |
| KULLANILABİLİRLİK [A] | [A] = (e/c) = 570 / 660 * 100 = %86,3 |
| İdeal işlem süresi (f) | 0,33 parça/dakika |
| Operasyon süresi (e) | 570 dakika |
| Üretilen parça adedi (g) | 1440 |
| PERFORMANS [P] | [P] = (g / [e * f]) = 1440 / (570x0,33) = %76,5 |
| Üretilen Parça adedi (g) | 1440 |
| Ret edilen parça adedi (h) | 90 |
| KALİTE [Q] | [Q] = (g-h/g) = (1440-90) / 1440 = %93,8 |
| TEE | [A]x[P]x[Q]=%86,3 x %76,5 x %93,8=%67,5 |

Tablo 1.4'deki örnekte hesaplanan TEE değeri göstermektedir ki; ölçülen ekipman 100 üzerinden 67,5 puanlık etkinlik göstererek, geriye kalan 32,5 puanlık etkinlikten faydalanamamaktadır. Dolayısıyla 32,5 puanlık ekipman etkinliği kayba dönüşmüştür. Nakajima (1988:28), yaptığı gözlemlerle TEE parametrelerinin ve dolayısıyla TEE değerinin ideal şartları hakkında şunları belirtmiştir;

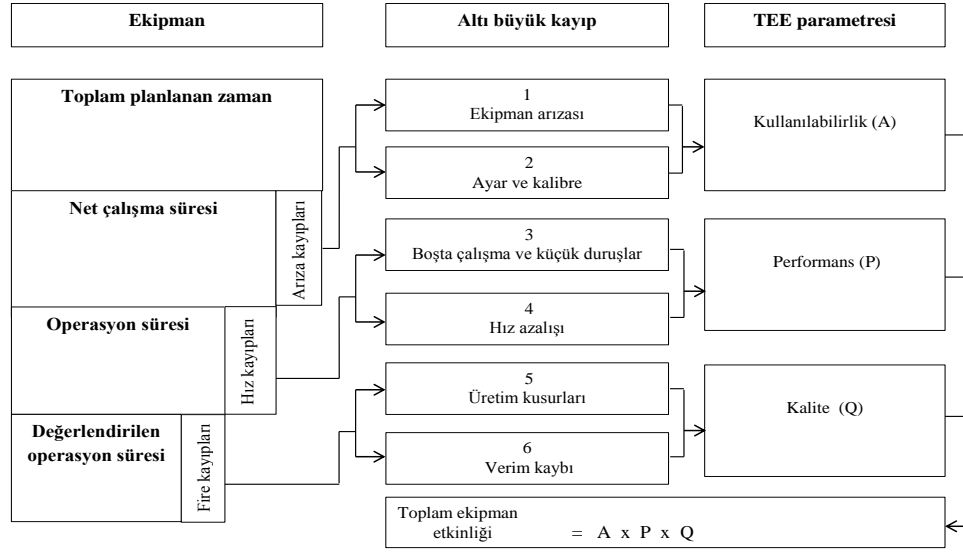
- *Kullanılabilirlik %90'dan fazla*
- *Performans etkisi %95'ten fazla*
- *Kaliteli ürün seviyesi %99'dan fazla olduğu durumda ideal toplam ekipman etkinliği şu olmalıdır:*

$$0.90 \times 0.95 \times 0.99 \times 100 = \%+85$$

Ancak TEE ile alakalı en mühim husus, işletmelerin TEE'yi tesislerine kurmadan önce ekipmanlarını %50-60 gibi düşük etkinlik seviyelerinde çalıştırdıklarının farkında olmamalarıdır.

TEE parametrelerini etkileyen ve kayıplara neden olan faktörler "Altı Büyük Kayıp" adı altında toplanmıştır. Altı Büyük Kayıp, TVB'nin "sıfır fire" ve "sıfır kayıp" hedeflerine ulaşmada önemli bir yol göstericidir. TEE parametreleri olan kullanılabilirlik, performans, kalite parametreleri ile Altı Büyük Kayıp ilişkisi ve TEE hesaplama süreci Şekil 1.6'da gösterilmiştir. Şekilde, ekipmanların karşılaştığı altı büyük kayıp neticesinde üretim için planlanan zamandan gerçek anlamda ne kadar daha kısa bir süre üretim gerçekleştirebildiği vurgulanmaktadır. Ayrıca TEE

parametrelerinin (A, P ve Q) altı büyük kayıptan nasıl etkilendiği ve böylece TEE'nin hesaplanması ifade edilmektedir.



Şekil 1.6: Altı büyük kayıp ile TEE parametreleri ilişkisi (Nakajima, 1988:25).

1.4 TEE Hedef Belirleme ve Ekipman Seçimi

Toplam Ekipman Etkinliği temelde ekipmanları bağımsız olarak ölçer ve kayıplarını tespit eder. Ancak, işletmelerin TEE'yi buldukları koşullara göre farklı şekillerde uyguladıkları görülmektedir. Literatürde de TEE'yi parametrelerini değiştirerek farklı yorumlayan ve farklı yöntemlerle uygulayan çalışmalara rastlamak mümkündür. Literatürdeki çalışmalarda TEE'nin uygulanmasında şirketler arasında farklılıklar görülmekte ve TEE'nin işletmelerin ihtiyaçlarına göre şekillendirildiğinden bahsedilmektedir (Pintelon ve Muchiri, 2008:3517-3535; Arslan, 2008:16).

Nakajima (1988:21) TEE'nin ideal şartlarda %85 ve daha fazla bir değer alması gerektiğini ve bir ekipmanın %85'in üzerinde bir TEE değerine sahip olması durumunda verimli ve etkin çalıştırıldığını belirtmektedir. Wang ve Lee ise (2001:491-499) %85'lik bir TEE değerinin Dünya klasında bir üretim kapasitesi için kriter olacağını ifade etmişlerdir. Ancak, bu sonuca ulaşabilmek için gerekli işletme kaynaklarının mevcut olması gerektiği unutulmamalıdır.

Robinson ve Ginder (1995:49); çok düşük performans gösteren, güvenlik sorunları çıkaran ya da maksimum kapasiteli bir üretimde darboğaz olan ekipmanın seçilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Konopka ve Trybula (1996:137-140) ise,

fabrikanın kapasitesini tayin etmenin bir yolunun da darboğaz olan ekipmanın kapasitesini belirlemek olduğunu ifade etmişlerdir.

TEE'nin uygulandığı bir tesiste her ekipmanın ayrı ayrı dünya klasmanı olarak tespit edilen %85 seviyelerine ulaşabilmesi temel amaçtır. Ancak, bir amaca ulaşabilmek için bir hedef belirlenmesi gerektiği göz önüne alındığında, ekipmanlara hattaki iş yüklerine göre hedefler belirlenir. Bu çalışmanın ilerideki bölümlerinde detaylandırılacak olan “*hedef belirleme*”, genellikle ekipmana mevcut siparişler bazında yapılmış iş yüklemesine göre tespit edilir. İş yükü fazla olan ve sık sık arıza veren bir ekipmanın, hattaki diğer ekipmanlara kıyasla siparişleri tamamlamada daha yavaş olacağı açıktır, bu nedenle darboğaz olarak da nitelendirilebilecek bu ekipmana hedef belirlenerek tespit edilmesi gerekmektedir. Çünkü hattın en yavaş ekipmanı aynı zamanda hattın hızını da tayin ettiğinden diğer ekipmanlar ne kadar üretken olsa da darboğaz ekipmanın üretim hızı oranında hattan ürün çıkacaktır. Darboğaz ekipmanla ilgili olarak Robinson ve Ginder (1995:137) benzer yönde bir yaklaşımda bulunmuşlardır ve TEE'nin bir üretim hattını tıpkı tek bir ekipmanmış gibi ele aldığını ve hattın ideal işlem süresinin o hattaki darboğaz ekipmanın işlem süresine eşit olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla hat, darboğaz ekipmanın işlem süresinden daha hızlı bir sürede ürün üretemeyecektir ve üretimde aksamalar yaşanacaktır. Bu şekilde hedef belirlemedeki amaç; ekipmanları birbirleriyle hedefleri bazında kıyaslayarak darboğaz olan ekipmanı tespit etmek ve böylece iyileştirme çalışmalarında öncelik verilmesi gereken ekipmanı seçebilmektir. Yani asıl amaç ekipman seçimidir ve bunu doğru şekilde belirleyebilmek için de bu çalışmada yeni bir hedef belirleme metodu önerilmiştir. Burada önemli olan, ilk aşamada %85-90 TEE değerine ulaşmaya çalışmak yerine belirlenen hedefe ulaşmak ve iyileştirme çalışmaları kapsamında sadece darboğaz olan ekipmanlara öncelik vermektir. Bu hedef ve önceliklerin belirlenmesi aşamasında göz önüne alınması gereken noktalardan biri de işletme kaynaklarıdır. KOBİ'lerin iyileştirme çalışmalarına ayıracakları mali kaynakları ve personel sayısının kısıtlı olması, doğru hedef belirlemenin önemini arttırmaktadır. Bu çerçevede, TEE'yi uygularken ekipmanları birbirinden bağımsız değerlendirmek KOBİ'lerin işletme hedefleriyle örtüşmemektedir. Oechsner v.d. (2003:333-339) konuyla ilgili olarak çalışmasında şunu belirtmişlerdir,

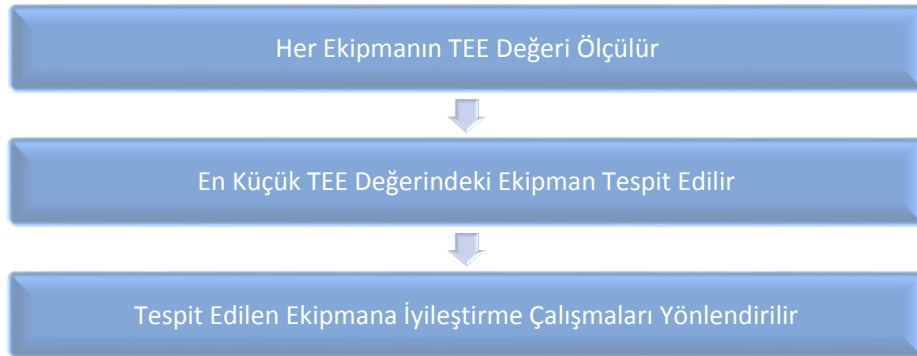
“Gelecekte yalnız tek bir ekipmanın yerine tüm fabrikanın performansını geliştirmek önem kazanacaktır.”

1.4.1 Literatürde TEE Hedefi Belirleme ve Ekipman Seçimi

1.4.1.1 Ekipman seçimi

TVB sistemini uygulayan işletmeler, TEE ile ekipmanlarının üretkenliğini ölçebilir ve dahası detaylı bir şekilde kayıpların neler olduğunu analiz edebilme olanağına sahip olurlar. Ancak metodun sağlıklı bir şekilde uygulanabilmesi için hem hangi ekipmanda iyileştirme yapılacağı belirlenmesi, hem de bu ekipmana yapılacak iyileştirme için doğru bir hedef değer belirlenmesi gerekir. Bu amaçla literatürde önerilmiş farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bazı yöntemler iyileştirme yapılması gereken ekipmanın nasıl seçileceği konusuna odaklanırken bazıları da ekipmanların üretkenliklerini arttıracak hedefler belirlemenin yollarını göstermiştir.

Bunlardan biri olan ekipman seçimi için klasik yaklaşımda Geniş (2007:48), hattaki ekipmanların belirli bir dönem sonunda ölçülen TEE değerlerini belirleyerek, en düşük TEE değerine sahip ekipmanı iyileştirmek için seçmiştir. Bir ekipmanın TEE değerinin düşük olması, o ekipmanın kayıplarının yüksek olduğu ve üretim potansiyelinin boşa harcadığı anlamına gelmektedir. Bu nedenle en düşük TEE değerindeki ekipmanın en verimsiz ekipman olduğu varsayımından hareketle iyileştirme çalışmaları bu ekipmana yönelir. Geniş (2007:48) çalışmasında üç aylık dönemde en uzun zaman kaybının meydana geldiği Zon’u (ekipmanı) “Kötü Zon” olarak adlandırmış ve bu Zon’u Şekil 1.7’de ifade edildiği gibi ele alarak, arıza kayıplarının aylık değişimini izleme yoluna gitmiştir.



Şekil 1.7: Klasik yaklaşımla iyileştirme yapılacak ekipmanın seçimi.

Bir diğ erinde, Robinson ve Ginder (1995:50) iyileştirme yapılacak ekipmanı seçmek için ekipmanların kritiklik seviyelerini (hattaki önemi ya da katma değ er oluşturması) ve iyileştirme çalışmalarının zorluk seviyelerini ç arparak, öncelikli aday ekipmanı belirlemeye çalışmış lardır. Her iki faktör için de 1'den 5'e kadar bir derecelendirme kullanılmış ve bu faktörler birbiriyle ç arpıldıktan sonra ç ıkan değ erlere göre ekipmanlar küçükten büyü ğ e doğ ru sıralanmış tır. Bunun sonucunda en düşük skora sahip ekipmanın öncelikle iyileştirme çalışmalarına alınması gerektiğini belirtmiş lerdir. Aşağıdaki tablo 1.5'de bu uygulamaya bir örnek verilmiştir.

Tablo 1.5: Performans yükseltmek için öncelikli ekipman adayı belirleme (Robinson ve Ginder, 1995:50).

| Ekipman Aday Listesi | | | |
|--|------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Performansı Yükseltilecek Aday Ekipmanlar | Kritiklik | İyileştirme Zorluğu | İyileştirme Önceliği |
| Enjeksiyon Kalıp Makinesi | 3 | 4 | 12 |
| Hidrolik Pres | 2 | 3 | 6 |
| Tüp Öğütücü | 5 | 4 | 20 |
| Transfer Hattı | 1 | 2 | 2 |
| Taşlama Tezgahı | 2 | 3 | 6 |
| Delgi | 4 | 3 | 12 |
| Torna Tezgahı | 1 | 1 | 1 |
| Dikey Delgi | 4 | 1 | 4 |
| Çapak Alma Makinesi | 3 | 5 | 15 |

Tablo 1.6: Performans yükseltmek için öncelikli ekipman adayı sıralaması (Robinson ve Ginder, 1995:50).

| Önceliğe Göre Sınıflandırma | |
|--|------------------|
| Performansı Yükseltilecek Aday Ekipmanlar | Kritiklik |
| Torna Tezgahı | 1 |
| Transfer Hattı | 2 |
| Dikey Delgi | 4 |
| Hidrolik Pres | 6 |
| Taşlama Tezgahı | 6 |
| Enjeksiyon Kalıp Makinesi | 12 |
| Delgi | 12 |
| Çapak Alma Makinesi | 15 |
| Tüp Öğütücü | 20 |

Tablo 1.6’da görülen en düşük skora sahip olan “Torna Tezgahı” ekipmanı en kolay iyileştirilebilir ekipman olduğundan seçilmiştir.

Robinson ve Ginder (1995:146) yine aynı çalışmada tesisin toplam TEE değerini, ekipmanların sağladığı parasal katma değeri baz alarak hesaplamışlardır. Daha sonra bu rakamdan hareketle işletme kaynaklarının ve iyileştirme çabalarının hangi hatta ya da ekipmana tahsis edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bunu yaparken, tesisin toplam TEE değerine en az katkı yapan veya en düşük TEE değerine sahip hattın değil, üretim hatlarından toplam parasal katma değere en fazla katkı sağlayan hattın ya da ekipmanın tercih edilmesi gerektiğinin mantıklı olduğunu savunmuşlardır. Tablo 1.7’de bu uygulamaya bir örnek verilmiştir.

Tablo 1.7: Ekipman seçimi için katma değer hesaplama tablosu (Robinson ve Ginder, 1995:146).

| Hat | Üretim Miktarı | Proses TEE | Yarı Mamul Maliyeti | Ürün Değeri | Katma Değeri |
|-------------------|----------------|------------|---------------------|-------------|--------------|
| A. 100 watt ampul | 200,0 | % | \$78,12 | \$1 | \$ |
| B. 100 watt ampul | 225,0 | % | \$87,89 | \$1 | \$ |
| C. 60 watt ampul | 215,0 | % | \$76,15 | \$1 | \$ |
| D. 60 watt ampul | 238,0 | % | \$84,96 | \$1 | \$ |
| E. 40 watt ampul | 143,0 | % | \$59,30 | \$6 | \$ |

Tablo 1.8: Ekipman seçimi için ağırlıklı ortalama hesaplama tablosu (Robinson ve Ginder, 1995:146).

| Hat | Proses TEE | Katma Değeri | Katma Değer Payı | TEE payı |
|------------------|------------|--------------|------------------|----------|
| A. 100 watt | %77.8 | \$34,375 | %23.1 | %18.0 |
| B. 100 watt | %65.3 | \$39,670 | %26.7 | %17.4 |
| C. 60 watt ampul | %68.3 | \$33,200 | %22.3 | %15.2 |
| D. 60 watt ampul | %81.4 | \$36,090 | %24.2 | %19.7 |
| E. 40 watt ampul | %42.6 | \$5,500 | %3.7 | %1.6 |
| Toplam | | 148,835 | %100 | %71.9 |

Tablo 1.7’de ürün değerinden yarı mamul maliyeti çıkarılarak her hattın katma değeri belirlenmektedir. Tablo 1.8’de ise her bir hattın toplam katma değer içindeki payı % olarak hesaplanmaktadır. Daha sonra da her bir hattın katma değer payı ile TEE değeri çarpılarak toplam TEE’deki payı hesaplanmaktadır. Bu, noktada TEE değeri en düşük olan E hattı yerine toplam TEE’ye daha fazla katkı yapacak olan B hattının iyileştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Çünkü E hattında yapılacak olan

iyileştirme sonrası hatta 20 puanlık bir TEE artışı sağlandığını varsayarsak, E hattının katma değer payı (%3.7) ile çarpılması sonucu toplam TEE'ye yaklaşık 1 puanlık artış ile etki edebilmekte. Halbuki B hattında yapılacak olan bir iyileştirme sonrası bu hatta 20 puanlık bir TEE artışı sağlanabilirse, katma değer payının (%26.7) en yüksek olmasından ötürü toplam TEE'deki artışın 5 puan olması beklenmektedir. Bu nedenle TEE değeri en düşük olan E hattı yerine katma değeri en fazla olan B hattında iyileştirme çalışmalarında bulunmak daha mantıklı görülmektedir (Robinson ve Ginder, 1995:147).

Ancak, önerilen bu metot sektörel açıdan her işletmeye uygun olmayabilir. Özellikle sipariş bazlı üretimlerde hatta yarı mamul olarak dolaşan parçaların parasal değerini hesaplamak çok kolay olmayacaktır. Kapı üretiminden örnek vermek gerekirse sıcak presten çıkan bir kapı kanadının henüz ebatlanmamış halde bir satış değeri olamayacağından katma değeri hesaplamak da zor olacaktır.

Robinson ve Ginder (1995:147) tarafından önerilen bu metodun daha çok kimya, plastik vb. sektörü gibi sürekli akan bir hat ile üretim gerçekleştiren ve fasıllı olmayan sistemlere uygun olacağı düşünülmektedir. Çünkü bu sistemlerde ekipmana hammadde ya da yarı mamul olarak giren malzeme ürün olarak yani parasal karşılığı (piyasa değeri olan) olan bir biçimde çıkmaktadır.

Örneğin, bir plastik enjeksiyon makinesi ele alındığında bu makineye hammadde olarak PVC malzemesi girdiğinde makineden çoğunlukla nihai ürün çıkar. Böylece, makineye giren ve çıkan mamullerin parasal karşılığı kolaylıkla belirlenebilir.

1.4.1.2 Hedef belirleme

Literatürde, iyileştirme çalışmaları için ekipman seçimi konusunun dışında ekipmanlara TEE hedefi belirleme konusunda da farklı yöntemler vardır.

Pomorski (1997:A33-A36) çalışmasında pazar şartlarına göre ekipmanların teorik çıktıklarına, dolayısıyla TEE değerlerine limit getirerek ihtiyaç duyulan kadar bir TEE değerine ulaşmayı öngörmüştür. Bu durumda ekipmanlar teorik kapasitelerine ulaşmamakta ancak pazardaki talebi karşılayabilecek seviyede üretim gerçekleştirecekleri bir TEE değeri ortaya koyulmuştur. Böylelikle ekipmanların gereksiz çalışması önlenirken, gereksiz işçilik masrafları gibi birçok gereksiz maliyetten kurtulmuş olunur.



Şekil 1.8: Pazar şartları ile TEE hedefi belirleme (Pomorski, 1997:A33-A36).

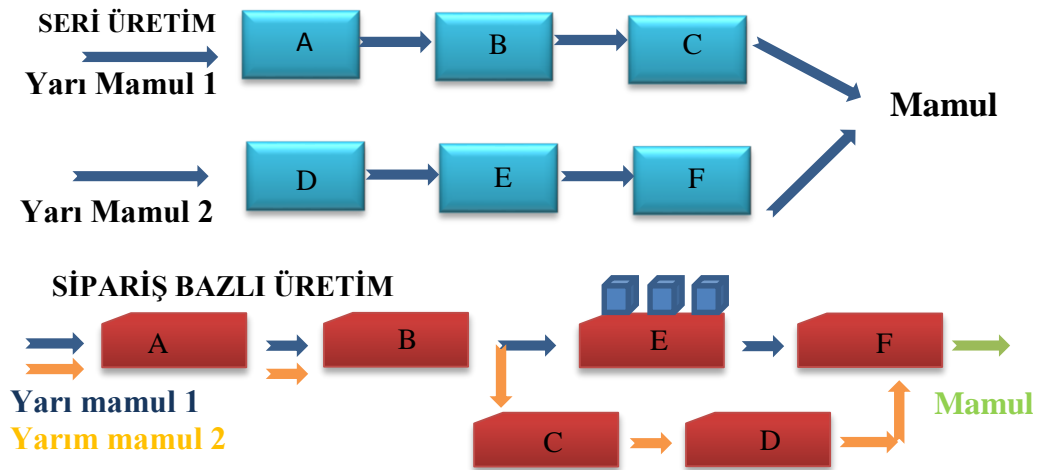
Şekil 1.8’deki örnekte görüldüğü üzere, pazar şartları ile belirlenmiş olan hedeflere ulaşılacak TEE değerleri belirlenmiştir. Pomorski (1997:A33-A36) TEE değerini bu hedefin üzerine çıkaracak iyileştirme çalışmaları yapılmasının gereksiz olduğunu savunmaktadır. Ekipmanlara hedef belirlemede bir diğer yöntem ise Fuss & O’neill Manufacturing Solutions (2013) da gösterilen “en iyinin en iyisi (Best Of Best-BOB)” modelidir. Bu modelde ekipmanın geçmiş TEE değerleri göz önünde bulundurularak ileriye yönelik gerçekçi hedef belirleyebilmek için ekipmanın mevcut şartlarda ulaşabileceği en iyi TEE değeri ortaya koyulmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla, geçmiş dört haftaya ait bu değerler arasından en iyi kullanılabilirlik, en iyi performans ve en iyi kalite oranları seçilip birbirleriyle çarpılır. Böylelikle ortaya çıkan TEE değeri, ekipmanın hedef TEE değeri olmaktadır.

Tablo 1.9: En iyinin en iyisi modeli (Fuss & O’neill Manufacturing Solutions, 2013).

| Hafta No | Kullanılabilirlik | Performans | Kalite | TEE |
|-----------------|-------------------|------------|------------|------------|
| 1 | 71% | 67% | 96% | 46% |
| 2 | 85% | 88% | 94% | 70% |
| 3 | 77% | 72% | 99% | 55% |
| 4 | 92% | 76% | 92% | 64% |
| En iyisi | 92% | 88% | 99% | 80% |
| Ortalama | 81% | 76% | 95% | 58% |

Tablo 1.9’da bir ekipmana ait geçmiş dört haftalık TEE değerleri ve TEE parametrelerine ait değerler verilmiştir. Sunulan tüm kullanılabilirlik, performans ve kalite değerleri arasından en yüksek olanları seçilip çarpılarak, hedef TEE değeri belirlenmektedir. Tablonun en alt sırasında ise ortalama TEE değeri gösterilmiştir.

Önerilen bu metot ile ortalama %58’lik TEE değerinin, %80 seviyelerine çıkarılabileceği öngörülmektedir. Literatürdeki çalışmaları değerlendirmek gerekirse, ekipman seçimi için bahsedilen yöntemlerin her biri işletmeyi bir amaca ulaştırmaya çalışmaktadır. En kötü TEE değerine sahip ekipmanın seçimi ile birbirinden bağımsız olarak ekipmanların tek tek iyileştirilmesi ve spesifik olarak seçilen ekipmanın iyileştirilerek bu ekipmandan daha yüksek bir verim elde etmeyi mümkün kılmaktadır. Bu yöntem daha çok otomotiv ve beyaz eşya sektörleri gibi TVB’yi tesislerinde uzun yıllardır başarı ile uygulayan, ekipmanların ortalama TEE değerleri dünya klasındaki değerlere yaklaşmış olan tesislerde tercih edilmektedir. Bir diğer metot olan katma değer yöntemi ise, önceliğini kârlılığını arttırmak olarak belirleyen işletmelerde uygulanmakta ve bu metot yüksek katma değer oluşturan dolayısıyla daha yüksek getiri sağlayacak potansiyeldeki ekipmanları, iyileştirme çalışmaları için tercih etmektedir. Pazar şartlarına göre ekipmanlara hedefler belirleyen metot ile işletme, üretim hatlarında üretmekte olduğu ürünlerin piyasalardaki satış tahminlerine göre ihtiyacı karşılayacak oranda TEE hedefleri belirlemektedir. Özellikle seri üretim gerçekleştiren tesisler, ürettikleri ürünlerin pazar taleplerini “*tahmin*” (ileri görüşlü bir şekilde) ile belirleyerek, ekipmanlarının bu beklentiye karşılık verebilecek üretim hacminin üzerindeki etkinliğe gerek duymadığından, hedefe ulaşmış ekipmanlar yerine arz talep dengesini tutturamayan ekipmana iyileştirme çalışmalarını yönlendirmektedir. Seri üretimde üretim bantlarının performansları birbirini etkilememektedir. Ancak sipariş bazlı üretim hatlarındaki ekipmanların performansları üretimin tamamlanma süresini etkilemektedir. Şekil 1.9’da bu durum ifade edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 1.9: Seri üretim ve sipariş bazlı üretim akışları.

1.5 Önerilen TEE Hedef Belirleme ve Hedeflerle Ekipman Seçimi Metodu

Önerilen metotta, TVB sistemine yeni adapte olmaya çalışan ve ağır rekabet koşullarındaki KOBİ'lerin siparişlerini müşteri beklentilerinden daha iyi bir terimde teslim edebilmeleri için yol gösterilmiştir. Önerilen metotla alışılmışın dışına çıkılarak, “fazla arıza çıkaran, oldukça düşük TEE değerine sahip ekipman” yerine “darboğaz olarak belirlenen ve hattı yavaşlatan ekipman” seçilerek siparişlerin olduğundan daha erken tamamlanması sağlanmaktadır. Buradaki nüans şöyle açıklanabilir;

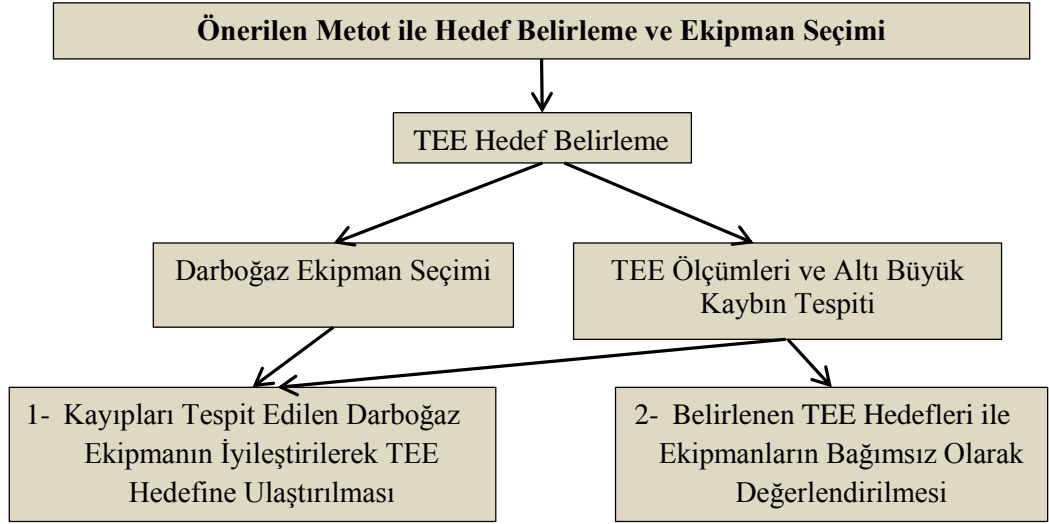
TEE, ekipmanları bağımsız olarak ölçmekte ancak ekipmanların etkinliğinin buldukları hattaki etkisi hakkında fikir vermemektedir. Dolayısıyla ekipmanların TEE değerleriyle hattı nasıl etkiledikleri bilinmemektedir. Yani *fazla arıza çıkaran, oldukça düşük TEE değerine sahip ekipmanın* hattı en çok yavaşlatan ekipman olup olmadığı hakkında karar verebilecek yeterli veri bulunmamaktadır. Bu nedenle TEE değerleri ile darboğaz kavramı önerilen metot çerçevesinde birlikte değerlendirilmiş ve TVB sürecindeki iyileştirme çalışmalarının hattın üretkenliğini arttıracak şekilde yönlendirilmesi amaçlanmıştır. Bunun yanında önerilen metot ile ekipmanlar bağımsız olarak incelendiğinde TEE değerinin kıyaslanabileceği bir hedef değer de belirlenmiş olmaktadır.

Önerilen metot, TEE ve darboğaz kavramlarını bir araya getirerek ortaya koydukları faydaları birleştirmiş olmaktadır. Darboğaz ekipmanı belirlemek için TEE hesaplamalarına ihtiyaç yoktur, hattın en yavaş ekipmanı tespit edilerek darboğaz belirlenebilir. Ancak, bir hattaki darboğaz ekipman tespit edilse dahi ne gibi gizli kayıpları barındırdığı kendiliğinden bilinemez.

İşte bu noktada TEE ölçümleri devreye girip, Altı Büyük Kayıp ile darboğaz ekipmanın tüm gizli kayıplarını ortaya koymaktadır. Akabinde, önerilen metot ile belirlenen hedef çerçevesinde bu darboğaz ekipmanın TEE hedefine ulaştırılması için çalışma¹ yapılmaktadır.

Böylelikle önerilen metot ile ulaşılmak istenen “hattın üretkenliğini artırma hedefi” gerçekleşmiş olmaktadır. Önerilen metot Şekil 1.10'da ifade edilmektedir.

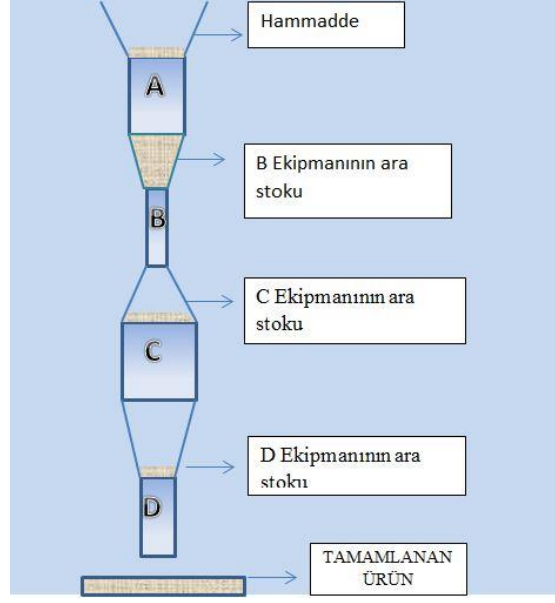
¹ Çalışmalar, TVB sürecindeki iyileştirme faaliyetleri kapsamında kayıpların ortadan kaldırılması sürecini ifade etmektedir.



Şekil 1.10: Önerilen TEE hedef belirleme ve ekipman seçimi metodu.

TVB'nin anahtar tekniği sayılabilecek TEE, ekipmanların üretkenliğini ölçmede kullanılan önemli bir yöntemdir. Ancak TEE yöntemiyle belirli periyotlar sonrası ölçülen ekipman etkinlikleri, bir iyileştirme çalışması başlatılmak için gerekli yol haritasını sunmaz. TVB kapsamında önerilen Altı Büyük Kayıp analizi ile her ekipmanın ayrı ayrı hangi hususlarda eksikliğini bulunduğu ortaya çıkarılabilmektedir. Buna karşın asıl sorun ekipmanların birbirleri ile karşılaştırıldığında, iyileştirme çalışmalarında hangi ekipmana öncelik verileceğinin kestirilememesidir. Şekil 1.10'da ifade edildiği gibi önerilen metot ilk olarak, ekipman seçimi ile hedef belirleme aşamalarını ilişkilendirmektedir. Bu yöntemde darboğaz olan ekipman, belirlenen hedeflerle tespit edilip iyileştirme çalışmaları yapılarak ekipmanın hedefine ulaşması sağlanacaktır. İkinci olarak, her ekipman ayrı ayrı belirlenen TEE hedefi ile karşılaştırılabilecek ve ekipmanların durumu hakkında değerlendirme yapılabilecektir.

Darboğaz kavramını ifade edebilmek için kum saati modeli örnek verilebilir. Kum saati ters çevrildiğinde haznesindeki kum alt kısımdaki dar borudan geçip diğer hazneye akar. Burada kumun akış hızı tamamen geçtiği borunun genişliği ile alakalıdır. Bu durum hattaki ekipmanların kapasitelerine benzetilerek aşağıdaki çıkarıma ulaşılabilir. Kum arka arkaya farklı genişliklerdeki borulardan geçerken en dar olan boruda geçirdiği süre, tüm borularda geçirdiği süreyi belirleyici olacaktır. En dar olan borunun konum sırası değişse de kumun en son hazneye ulaşma süresi değişmeyecektir.



Şekil 1.11: Darboğaz ekipmanın hattın hızını belirlemedeki rolü.

Şekil 1.11'deki düzenek birbirine bağlı farklı genişlikte boğumları olan bir kum saati olarak düşünüldüğünde; birinci haznedan A boğumuna geçen kum hızla geçerek ikinci hazneye akacaktır ve B boğumunun A kadar geniş olmamasından ötürü ikinci haznede birikme olacaktır. Sonrasında B boğumundan yavaşça çıkan kum kendisinden daha geniş olan C ve D boğumlarından haznelerinde birikme yapmadan geçecektir. Böylelikle B boğumunun kum saati için belirgin şekilde darboğaz olduğu görülmektedir. B boğumu sıralamada farklı bir yerde olsa dahi bu durum değişmeyecek ve darboğaz olarak kum saatinin tamamlanma süresini tayin edecektir. Bu durum benzer şekilde akış halinde olan üretim hatlarında da geçerlidir.

Şekil 1.11'deki A, B, C ve D kısımları ekipman olarak, genişlikleri kapasite olarak ve birbirleri arasındaki haznelere de ara stok olarak kabul edilirse; A ekipmanından başlayan akış, B ekipmanı önünde B'nin kapasitesinden ötürü ara stok yığılmasına neden olacaktır. B'den sonra gelen ekipmanlar kendi aralarında farklı kapasitelere sahip olsalar da B'den çıkan iş yükü C ve D'nin kapasitesinden düşük olduğundan önlerinde ara stok birikmeyecektir. Bu durum B ekipmanının hattın darboğazı olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, B ekipmanı hattın üretimi tamamlama hızını belirlemektedir. Sonuç olarak hattın verimliliğini arttırmak amacıyla darboğaz olan B ekipmanının yerine D ekipmanı için iyileştirme çalışmaları yapılması, hattın hızında beklenen iyileşmeyi sağlamayacaktır. Hat dengeleme bakımından da B ekipmanının diğerleriyle uyumlu olabilmesi için verimliliğinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada önerilen metot, özellikle sipariş üretimi gerçekleştirdiğinden üretim hatlarını da bu duruma göre optimize etmek ve planlanmak mecburiyetinde olan KOBİ'lere uygundur. Bu işletmeler tesislerinde TEE ile tüm ekipmanların etkinliklerini ölçebilseler de iyileştirme sürecinde kısıtlı imkanları ile bir ya da iki ekipmana odaklanabilme olanağına sahiplerdir. Tüm ekipmanlara aynı dönem içerisinde ayırabilecekleri mali ve fiziki imkânları bulunamayabileceğinden ekipmanlar arasında seçim yapmak, bu işletmeler için bir zorunluluk haline gelebilir. Tam bu noktada işletme yöneticileri ekipman seçimi için nasıl bir kriteri dikkate almaları gerektiğini kestiremeyebilirler. Bu nedenle ekipmanların TEE değerlerini kıyaslayarak en düşük TEE'ye sahip ekipmanı iyileştirme çalışmaları için seçtiklerinde, eğer o ekipman bulunduğu hattın darboğazı değilse meydana gelen performans artışı kısa vadede hattın genel verimliliğine katkı sağlamayabilir. Halbuki, yoğun rekabet şartlarında üretim yapan KOBİ'lerin gerçekleştirdikleri her iyileştirmenin kısa vadede etkilerini görmeleri beklenir.

Örneğin, TVB kapsamında iyileştirme yapan bir işletme kaynaklarını en düşük TEE'ye sahip ekipmana yönlendirmiş olsun. Eğer bu ekipman o dönem içerisinde darboğaz ekipman değilse, darboğaz olan ekipmanın iyileştirme çalışmalarından mahrum kalmasına neden olacak ve hattın verimliliğine hiçbir katkı sağlamamakla birlikte belki ileride bu ekipman için ihtiyaç duyulacak kaynaklar bugünden sarf edilmiş olunacaktır. Bu noktada işletmeler için önerilen *hedef belirleme ve ekipman seçimi* yöntemi ile sipariş üretimi gerçekleştiren KOBİ'lere uygun bir iyileştirme süreci önerilmiştir. Kısacası bu metotla, TEE'nin yalnızca ekipmanların etkinliğini tek tek ölçüp, kayıpları bağımsız şekilde tespit edip çözüm yolları sunmasından öte, hattın üretkenliğini de yukarılara çıkarabilmesi amaçlanmıştır.

1.5.1 Önerilen Metodun Bir Örnekte Uygulanması

Bir üretim hattındaki ekipmanların her biri siparişin bir parçasını ya da sürecini tamamlamaktadır. Dolayısıyla siparişin belirli bir takvim içerisinde tamamlanması sürecinde bu ekipmanların performansı sürecin performansını etkilemektedir.

Hattaki bir ekipmanın herhangi bir sebepten ötürü beklenilenden yavaş çalışması, bu ekipmanın önünde yarı mamul birikmesine ve iş akışına göre kendisinden sonra gelen ekipmanın malzeme beklemesine yani darboğaza neden olabilir.

Sonuç olarak bu şekilde darboğaza neden olan ekipman sipariş ya da siparişlerin öngörülenden daha geç tamamlanmasına yol açabilir. Ancak, bu durum ekipmanların TEE değerleri ile ilişkilendirildiğinde en düşük TEE değerine sahip ekipman, çoğunlukla hattı geciktiren ekipman olmayabilir. Bunun nedeni, darboğaz ekipmanının tespiti doğrudan ekipmanının TEE seviyesi ile ilgili değil, hattın en yavaş ekipmanı olup olmamasıyla ilgilidir. Çünkü bir ekipmanının TEE seviyesi Arslan'ın da (2013) belirttiği gibi bağımsız olarak yalnızca o ekipmanının etkinliğini ortaya koymaktayken, bulunduğu üretim hattını nasıl etkilediği hususunda fikir vermemektedir.

Önerilen hedef belirleme metodu ile özellikle darboğaz oluşturan ekipmanlara eğilme olanağı bulunmuş olunur.

Üretim hatlarında darboğaz ekipmanının hızı, hattın hızını belirlemektedir. Dolayısıyla, hattın toplam ekipman etkinliği de büyük oranda darboğazın toplam ekipman etkinliğine bağlıdır. Robinson ve Ginder (1995:143) bir hattın toplam ekipman etkinliğini belirlemede şu yöntemi kullanmışlardır;

$$TEE (\text{hat}) = A (\text{darboğaz}) \times P (\text{darboğaz}) \times Q (\text{hat}) \quad (\text{Denklem 1.4})$$

$$Q = \text{Hattaki toplam fire} / \text{Bitmiş ürün sayısı} \quad (\text{Denklem 1.5})$$

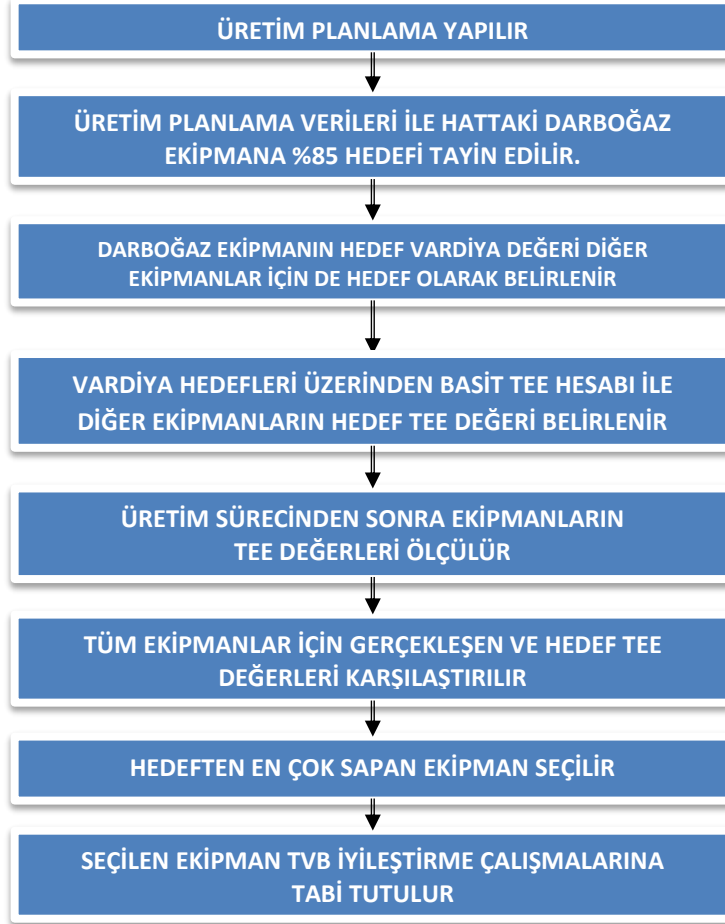
(A: kullanılabilirlik P: performans Q: kalite)

Denklemden de görüldüğü üzere hattın TEE değeri hesaplanırken, darboğaz ekipmanından kullanılabilirlik ve performans parametreleri dikkate alınmıştır ancak kalite parametresi hattın bütününe bakılarak belirlenmiştir.

Nakazato (1994:50), bir hattın kapasitesini arttırmak için darboğaz ekipmana yönelmenin ve iyileştirme çalışmalarının bu ekipmana gerçekleştirilmesinin gerektiğini vurgulamaktadır.

Bu çalışmada, KOBİ'lerin siparişlerinin üretim sürelerini kısaltabilmelerine yönelik TEE'den daha etkin faydalanabilmeleri amacıyla bir metot önerilmiştir.

Metotta, tesisteki ekipmanların TEE değerlerinin ölçülmesinden sonra iyileştirme çalışmalarına hangi ekipmandan başlanılacağı, seçilecek olan ekipmanın hattın toplam üretkenliğine katkısı göz önünde bulundurularak belirlenecektir. Bu süreç Şekil 1.12'de ifade edilmiştir.



Şekil 1.12: Önerilen metotla iyileştirme yapılacak ekipmanın seçimi.

Önerilen metotla ekipman seçiminde, Şekil 1.7’de ifade edilen klasik yaklaşımın aksine ekipmanların TEE değerleri değil, bu değerlerin belirlenen hedeflerden sapma oranı dikkate alınmaktadır.

Hesaplamalarda hedef TEE değerini belirlemek için basit TEE (Simple OEE) formülasyonu kullanılmıştır. Basit TEE (TEEb) değeri, belirli bir periyotta ekipmanın gerçekleşen çıktısının, ekipmanın teorik çıktısına bölünmesi ile elde edilir (Pomorski, 1997:A33-A36; Gaboury v.d., 2001:25-28; Robinson ve Ginder, 1995:159).

$$TEEb = \text{Gerçekleşen çıktı} / \text{Teorik çıktı} \quad (\text{Denklem 1.6})$$

Bu çalışma kapsamında önerilen ve uygulanmış olan hedef belirleme ve ekipman seçimi süreci aşamalar halinde şu şekilde izah edilebilir;

- 1) Her bir ekipmanın TEE hedeflerinin belirlenmesi için ilk olarak üretim planlama departmanının işletmedeki o döneme ait mevcut iş yükünden aynı üretim sürecinden olanları (İ) makinelere dağıtması ve her ekipmanın üzerinde kaç parça iş olduğunu hesaplaması gerekmektedir.
- 2) Sonrasında hattaki ekipmanların bir vardiyadaki teorik kapasiteleri (Vk) belirlenir. Bu değer parça işlem süresinin (Çs) ekipmanın net çalışma süresine (Sv) bölümüyle elde edilir;

$$V_k = S_v / \text{Çs} \text{ (Denklem 1.7)}$$

- 3) Daha sonra mevcut siparişlerin teorik kapasiteyle kaç vardiyada üretilebileceği belirlenir;

$$V_t = \text{İ} / V_k \text{ (Denklem 1.8)}$$

- 4) Bu noktada ekipmanlar arasından Teorik Vardiya (Vt) süresi en fazla olana (X ekipmanı) yani siparişleri en fazla sürede üretecek darboğaz ekipmana Dünya Klasmanı olarak bilinen (%85) TEE hedefi tayin edilir.
- 5) X ekipmanının %85 hedef ile mevcut siparişleri kaç vardiyada tamamlayabileceği “Basit TEE” hesabı ile belirlenebilir. Teorik kapasiteye (Vk) göre belirlenen vardiya süresi (Vt) %100 TEE’ye karşılık geleceği varsayımıyla, %85’lik TEE değerine karşılık gelen, Hedeflenen Vardiya (Vh) süresi şu şekilde hesaplanır;

$$\text{TEEb} = \text{Gerçekleşen çıktı} / \text{Teorik çıktı} = \%100 \text{ (Denklem 1.9)}$$

$$V_h \times 85 = V_t \times \text{TEEb} \text{ (Denklem 1.9a)}$$

$$V_h = V_t \times 100 / 85 \text{ (Denklem 1.9b)}$$

- 6) Bu noktada siparişlerin tüm ekipmanlarda eş zamanlı tamamlanabilmesi için X ekipmanının Hedef Vardiya (Vh) süresi diğer ekipmanlar için de hedef olarak tayin edilir. Böylelikle her bir ekipmanın Hedef TEE (TEEh) değeri şu şekilde hesaplanır;

$$\text{TEEh} = V_t \times 100 / V_h \text{ (Denklem 1.10)}$$

7) Üç aylık bir ekipman izleme süreci sonunda hesaplanan TEE değeri ya da Gerçekleşen Vardiya (V) sayısına göre ekipmanların hedeflerinden sapma oranı/miktarı hesaplanır ve yapılan kıyaslama sonucunda hedeften en çok sapan ekipman tespit edilir. Bu ekipman hattın en yavaşı olduğundan hattın darboğaz ekipmanıdır. Seçilen bu ekipman hedefine ulaştırılmak üzere TVB iyileştirme çalışmalarına alınır. Kıyaslama için her ekipmanın hedeften ne oranda saptığı birbirinin sağlaması olan şu iki şekilde hesaplanabilir;

$$TEE_{\sigma} = 1 - TEE / TEE_h \text{ (TEE bazında) (Denklem 1.11)}$$

veya

$$V_{\sigma} = V_p - V_h \text{ (Vardiya bazında) (Denklem 1.11a)}$$

Üretim planlama departmanı tarafından yapılacak planlamada dikkat edilmesi gereken en önemli husus; hattın tamamında işlem görecektir olan siparişlerin baz alınarak ekipmanlara iş yüklemesi yapılmasıdır. Başka bir deyişle hattaki bir kısım ekipmanlara uğramayan siparişlerin değerlendirmeye alınmamasıdır. Eğer hattın tümünde değil de, yalnızca belirli ekipmanlarda işlem görmesi gereken özel siparişler de iş yüklemesine dahil edilir ise ekipmanlara ortak bir Vardiya Hedefi (V_h) belirlemek mümkün olmayacaktır ve hattı yavaşlatan ekipman tespit edilemeyecektir. Çünkü amaç, siparişlerin en kısa sürede teslim edilebilmesi için gerçekleşen üretimdeki darboğaz olan ekipmanın tespit edilip iyileştirilmesidir.

Bir hattın darboğazını belirlemek için ekipmanların teorik kapasiteleri baz alınmaktadır. Ancak ekipmanların teorikteki üretkenlikleri ile gerçekleşen üretkenlikleri aynı olmadığından dolayı teorikte darboğaz olan ekipman gerçekte darboğaz olmayabilir. Yani teorikte, bir ekipman hattaki diğer ekipmanlara kıyasla daha yavaş görünüyor olsa da üretim sürecindeki koşullardan ötürü bir başka ekipman hattın en yavaşı olarak üretim gerçekleştirebilir. Bu nedenle, önerilen metotta teorikteki değil gerçekteki en yavaş ekipman iyileştirme çalışmaları için seçilmektedir. Ekipmanlara iş yüklemeleri tablo 1.10'da gösterildiği gibi olmalıdır. Yani hattaki tüm ekipmanların aynı siparişleri işliyor olmaları gerekir. Aksi takdirde ekipmanların siparişleri karşılama derecelerini kıyaslamak doğru olmayacaktır. Bu durum şöyle izah edilebilir;

Örnekte ele alınan ekipmanlardan A ekipmanına uğramayan bir sipariş diğer üç ekipmana yüklenirse, üretimi tamamlandığında diğer üç ekipmanın bu siparişi kaç vardiyada tamamladığı tespit edilebilirken A ekipmanı için bir şey söylemek mümkün olmayacaktır. Dolayısıyla A ekipmanının bu siparişte diğer üç ekipmandan hızlı mı yavaş mı olduğu bilinemeyecektir. Ekipmanlara yüklenmek üzere seçilen siparişler hattaki tüm ekipmanlarda işlem görmek zorunda olsa da birbirleri ile aynı nitelikte ürün içermek zorunda değildir. Önemli olan tüm ekipmanlara uğruyor olmasıdır.

Tablo 1.10: Hedef belirleme ile ekipman seçimine bir örnek

| SİPARİŞLER (İstasyonların tümüne aynı siparişler yüklendi) | 3180, 3185, 3189, 3190 | 3180, 3185, 3189, 3190 | 3180, 3185, 3189, 3190 | 3180, 3185, 3189, 3190 | AÇIKLAMA |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| | EKİPMANLAR | | | | |
| | A | B | C | D | |
| (adet) (i) İşyükü | 7500 | 8000 | 8000 | 6800 | Üretim Planlama Departmanı tarafından verilen iş yükleri |
| (adet) (Vk) Teorik kapasite | 400 | 1100 | 1200 | 450 | Bir vardiyadaki kapasiteyi ifade eder, kapasite hesaplamaları ile bulunacak |
| (iş günü) (Vt) Vardiya sayısı | 18,8 | 7,3 | 6,7 | 15,1 | Teorik kapasiteye göre iş yükünü tamamlaması için çalışması gereken vardiya sayısı |
| (%) (TEEh) Hedef | 85 | 33,0 | 30,2 | 68,5 | Hedef TEE değerleri |
| (iş günü) (Vh) Vardiya hedefi | 22,1 | 22,1 | 22,1 | 22,1 | Hedeflenen Vardiya sayısı |
| (%) (TEE) Gerçekleşen | 77,5 | 30,9 | 27,5 | 60,0 | Gerçekleşen TEE değerleri |
| (iş günü) (Vp) Gerçekleşen vardiya | 24,19 | 23,5 | 24,24 | 25,2 | Gerçekleşen vardiya sayısı |
| (σ) Hedeften sapma | 2,1 | 1,5 | 2,2 | 3,1 | Vardiya bazında hedeften sapma miktarı |
| | 8,8% | 6,3% | 9,0% | 12,4% | TEE bazında hedeften sapma oranı |

İyileştirme süreci için hedef belirleme ve ekipman seçimi safhaları detaylı olarak Tablo 1.10'daki örnekte gösterilmiştir.

Tabloda harflerle gösterilen ekipmanlar mevcut üretim hattındaki ekipmanları temsil etmektedir ve hattaki ekipmanların tümüne aynı siparişler yüklenmiştir.

Belirlenen siparişlere göre her ekipmanın iş yükü Üretim Planlama departmanı tarafından belirlenmiştir.

Kapasite hesapları ve hedef belirleme aşamaları sonrasında iyileştirme çalışmalarının hangi ekipmana yapılması gerektiğinin tespiti için tablo 1.10'da en alttaki (koyu renkli) Hedeften sapma miktarının hesaplandığı satırlara bakmak gerekir. Bu iki satır birbirinin sağlamasıdır ve her ikisiyle de değerlendirme yapılabilir. Zira, vardiya bazında hedeften en çok sapan yani en yavaş olan darboğaz ekipman aynı zamanda TEE bazında da hedeften en çok sapan ekipmandır.

İlk olarak TEE değeri üzerinden değerlendirme yapıldığında, hedeften sapma oranları dikkate alınırsa "D" ekipmanının %12,4 ile hedefinden en çok sapan ekipman olduğu anlaşılır.

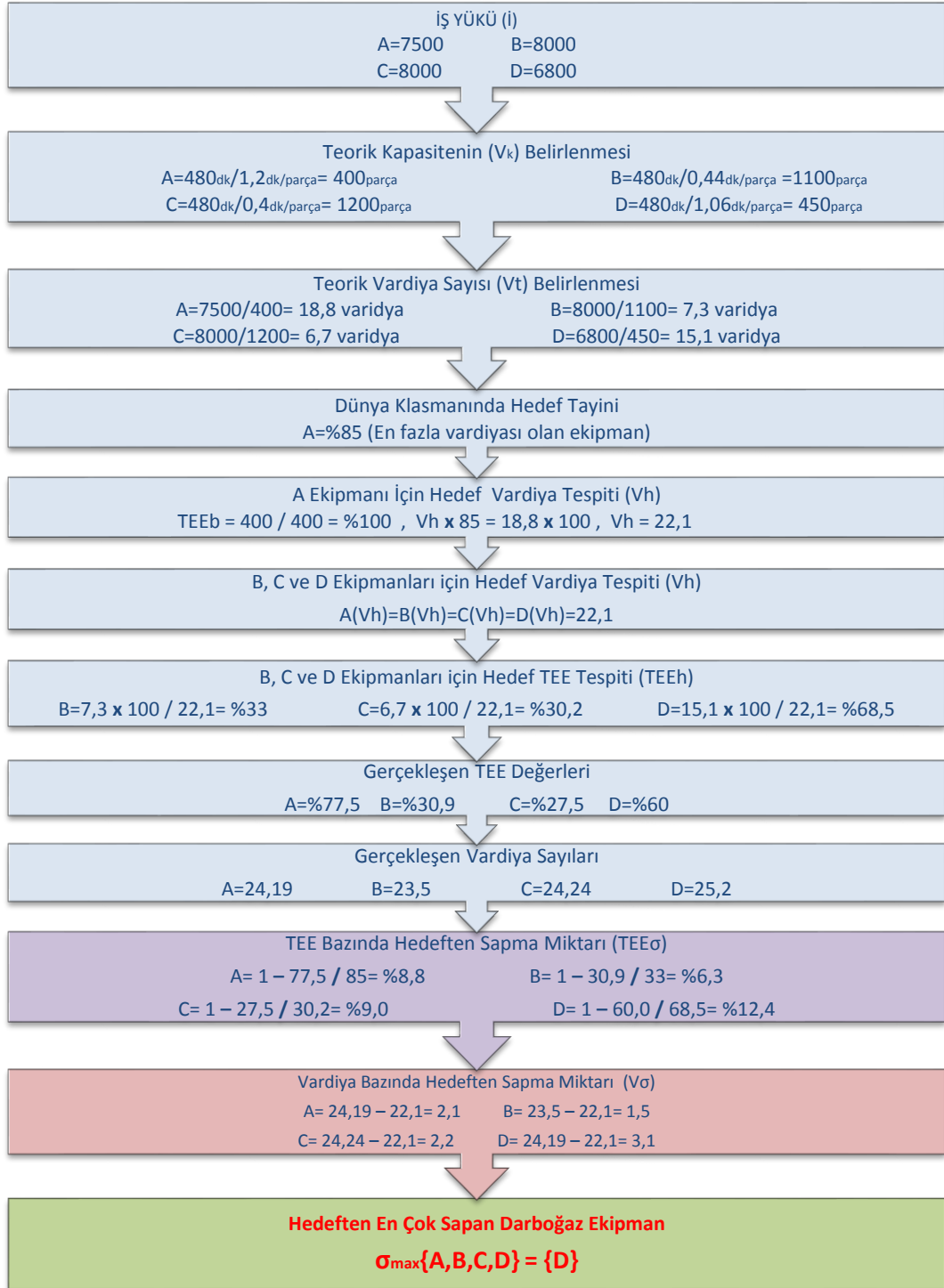
Vardiya sayısı ölçütüne bakıldığında ise, diğer ekipmanlara göre hedeflenen vardiya sayısından daha fazla vardiya yapmak zorunda kalan ekipmanın yine "D" ekipmanı olduğu anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak bahse konu örnek işletmenin TVB iyileştirme çalışmaları kapsamında, hattın toplam verimliliğini arttırabilmek ve siparişlerin tamamlanma sürelerini daha erkene çekebilmek için iyileştirme çalışmalarının "D" ekipmanına kanalize olması gerektiği söylenebilir.

Bu örnek verilere önerilen metot uygulanmış ve yapılan hesaplamalar Şekil 1.13'de gösterilmiştir.

Örnekte vardiya net çalışma süresi 480dk olarak belirlenmiştir. Örnek olarak verilen hatta A ekipmanında üretim başladıktan sonra çıkan ilk parça B ekipmanına iletilip işlenmekte ve diğer ekipmanlarda da sırasıyla işlem görmektedir. Böylelikle tüm parçalar bir akış halinde hatta ilerlemektedir.

Elde edilen sonuçlar hedeften en çok sapan ekipmanın D ekipmanı olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla iyileştirme çalışmalarının D ekipmanına yapılması önerilmektedir.



Şekil 1.13: Hedef belirleme ile ekipman seçimi örneğinin hesaplanması.

İKİNCİ BÖLÜM

AHŞAP SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR İŞLETMEDE ÖNERİLEN TEE METODUNUN UYGULAMA HAZIRLIĞI

Ahşap sektörü işletme yapısı açısından KOBİ'lerin yoğun olarak bulunduğu bir sektördür. Önerilen metodun KOBİ'lere yönelik olması özellikle bu sektörün seçilmesinde bir faktör olmuştur.

2.1 Ahşap Sektörü ve İşletmeye Bakış

Kalkınma Bakanlığı'nca hazırlanan Dokuzuncu Kalkınma Planı'nda (2006) ağaç ürünleri sektörü 4 alt sektöre ayrılmıştır. Bunlar;

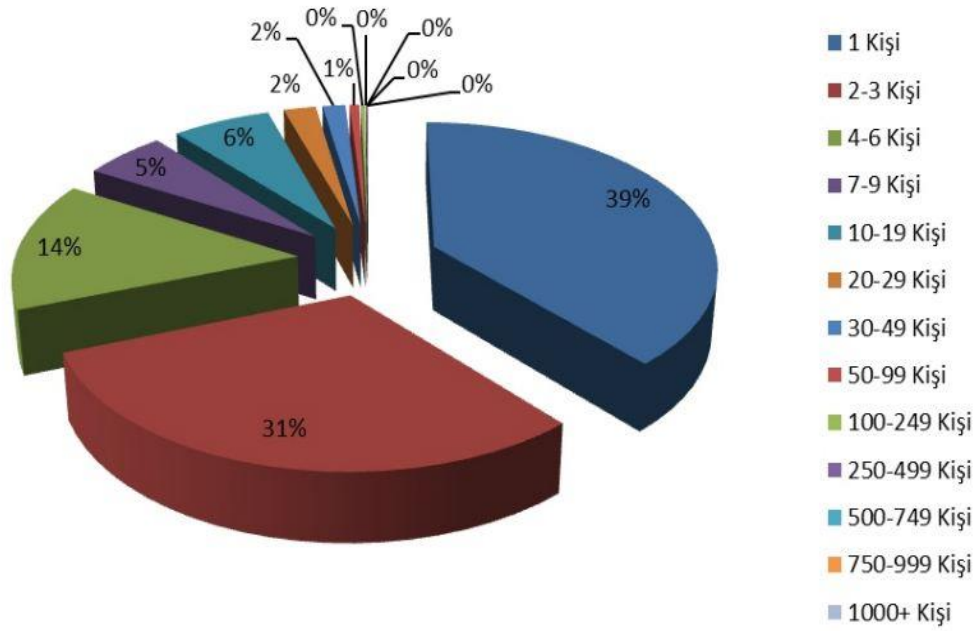
- Kereste ve Parke Endüstrisi,
- Yonga Levha ve Lif Levha Endüstrisi,
- Kaplama ve Kontrplak Endüstrisi,
- Ahşap Yapı Endüstrisi'dir.

Son tüketiciye hitap eden mobilya, ahşap dekorasyon ve ahşap kapı sektörü Türkiye'nin en eski ve en gelişen sektörlerindedir.

Son yıllarda sektörde dünya standartlarında üretim yapan tesisler kurulmuş, bayilik teşkilatlarıyla ülke sathına ve dünyaya ürün satar bir konuma ulaşılmıştır. Sektör her yıl ürünlerini geliştirmekte ve çeşitliliğini artırmaktadır.

TÜİK (2010) verilerine göre sektörde işyeri sayısı 31.089, çalışan sayısı ise 151.904'dır. Sanayi Genel Müdürlüğü'nün Mobilya Sektörü Raporunda (2013) sektör işletmelerinin genelde KOBİ olduğu vurgulanmıştır. Dolayısıyla, sektörde yaşanan sıkıntılar da tipik KOBİ sıkıntılarıdır.

Raporda, uluslararası pazarlara açılmak için küçük firmaların birleşip güçlenmesinin ve profesyonel yapılanmanın önemine vurgu yapılmaktadır.



Şekil 2.1: Türkiye'de ağaç ürünleri sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin işyeri büyüklüğüne göre dağılımı (OKA, 2013).

Şekil 2.1'de sektördeki işletmelerin büyüklüğü gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere sektörde işletmelerin büyük çoğunluğu KOBİ'lerdir.

KOBİ'ler, çalışan sayıları 10 kişiye kadar olan işletmelerde *mikro ölçekli*, 50 kişiye kadar olan işletmelerde *küçük ölçekli*, 250 kişiye kadar olan işletmelerde ise orta ölçekli olarak tanımlanmaktadır (Resmi Gazete, 2006). SGK 2010 yılı verilerine göre ise sektördeki 14.692 işletmenin %69,2'si 1-49 çalışanı olan küçük ölçekli işletme, %18,1'i 50-249 çalışanı olan orta ölçekli işletme, %12,6'sı da 250'den fazla çalışanı olan büyük ölçekli işletmelerdir. OKA (2013) raporuna göre, sektördeki firmaların büyük çoğunluğu küçük boyutlu firmalardır. Atölye mantığıyla faaliyetlerini sürdüren bu işletmeler kurumsallaşmada eksiklikler yaşamaktadır. Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı tarafından gerçekleştirilen GZFT (SWOT) analizi sonuçlarına göre;

Fırsatlar:

- Artan otomasyon,
- Sektörün gelişime açık olması.

Tehditler:

- Hammadde sıkıntısı,
- Kalifiye eleman yetiştirilmemesi.

Güçlü Yönler:

- Modern teknoloji ile üretim yapan orta ve büyük ölçekli firmaların sayısının giderek artması,
- Malzeme ve ürün çeşitliliğinin yüksek olması,
- Üretim potansiyeli ve üretim ağı.

Zayıf Yönler:

- Kalifiye eleman eksikliği,
- Sektörde küçük ve orta ölçekli işletmelerin sayısının yüksek olması,
- Mesleki eğitim yetersizliği

faktörlerinin sektöre yön verdiği ifade edilmektedir. KOBİ'ler açısından özellikle “hammadde sıkıntısı” ile “kalifiye eleman eksikliği” faktörlerinin, üretim etkinliklerinin düşmesinde büyük rol alabileceği düşünülmektedir.

2.1.1 İşletme Analizi Yapılan Firmaya Bakış

Çalışmanın gerçekleştirildiği işletme değişik seçenek ve renklerde ahşap kapı imalatı yapmaktadır.

İşletme yoğunlukla inşaat firmalarına ahşap prese kapı üretimi gerçekleştirmektedir. İstanbul'da bulunan işletmede 76 kişi çalışmakta ve genelde ahşap prese panel kapı üretimi gerçekleştirmektedir. Bu kapı türü hazır panel kapı yüzeylerinin preste basılması ile üretilmesi nedeniyle “prese kapı” olarak isimlendirilmektedir.

Tesisin üretim kapasitesi 7000 kapı/ay olarak gerçekleşmektedir. Üretim düzeni kısmen seri üretime uygun, S biçiminde bir hat şeklinde olmuş olsa da sipariş bazlı üretim gerçekleştirme gerekliliğinden ötürü hattaki ekipmanların kapasiteleri birbiri ile yeteri kadar uyumlu değildir.

Kapı üretimi temelde üç farklı yarı mamulün farklı hatlarda üretilmesi ile gerçekleşir. Prese kapıyı; *kanat*, *kasa* ve *pervaz* adı verilen üç parça oluşturur. Bu parçaların teknik detayları (EK B)'de belirtilmiştir.

İşletme, siparişin niteliğine uygun farklı kapı türlerini üretebiliyor olsa da standart olarak sunduğu bir ürün gamı da mevcuttur. (EK B)'de standart ürünlere örnekler gösterilmiştir.

İşletme her ne kadar belirli bir ürün gamına sahip olsa da ürün gamı dışındaki müşteri talepleri doğrultusundaki siparişler de karşılanmaktadır ve bu doğrultuda üretim esnetilmektedir. Bu çerçevede ürün gamının esnekliği üretimin “seri üretim” şeklinde değil de daha çok sipariş bazlı gerçekleşmesine neden olmaktadır.

Sipariş bazlı üretim gerçekleştiriminin seri üretime göre en önemli dezavantajları arasında şunlar sayılabilir;

- Makinelerde sık ayar değişikliği ile oluşan zaman kayıpları
- Seri üretim yapamama nedeniyle yalın üretim ile ileri üretim tekniklerinin yeteri kadar efektif olamaması
- Yeni ürünlerle birlikte yeni kalite problemlerinin ortaya çıkması
- Ürün çeşitliliğinin fazla olması nedeni ile kapasite planlama ve hat düzeni kurmada problemler ile karşılaşılması
- Üretim planlama ve hat dengeleme çalışmalarındaki problemler nedeniyle verim düşüşünün meydana gelmesi.

2.2 İşletmede Verilerin Toplanması

İşletmede TEE çalışmalarının başlatılabilmesi için öncelikli olarak bir takım verilerin hazırlanması gerekmektedir. Hesaplamalar için gerekli olan bu verilerin yanı sıra darboğazın tespiti ve hedef belirleme çalışmaları için hattın ve iş akışlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda ekipmanların TEE değerlerinin belirlenmesinde, gerçeği birebir yansıtabilen ölçme yöntemleri tercih edilmelidir.

Örneğin ekipmanı bilgisayarın kontrolüne bağlayan sistemler sayesinde operatörlerin herhangi bir duruşu bilgisayara kodlamadan makineyi tekrar çalıştırmasının önüne geçilmiş olacaktır. Böylelikle duruşlar ve üretimin gidişatı sürekli rapor edilebilecektir. Ancak, bu gibi yöntemler KOBİ'lerin altından kalkamayacağı maliyette yatırımları gerektirebilir.

Bu durumda, oldukça düşük maliyetli ama bir o kadar da etkin olan şu yöntem tercih edilebilir;

Eğer operatörlerin üretim formlarına girdikleri duruş süreleri ve üretim süreleri dışında veri sağlama imkanı bulunmuyorsa, ekipmana bir ampermetre bağlanır. Ampermetre ile makinenin parça işleyip işlemediği elektrik şiddetinin artıp azalmasına bağlı olarak belirlenir. Bu yöntemle vardiya sonunda makinede net

üretimin gerçekleştiği süre tespit edilmiş ve arta kalan duruş sürelerinin toplamı da bilinmiş olunur. Böylelikle operatörün üretim formunda tuttuğu kayıtlarla ampermetre ile elde edilen verileri de karşılaştırma imkânı elde edilebilir (Arslan, 2013).

Leachman (2002:19), analog sinyal kullanarak veri toplayan işletmelerin yanı sıra birçok işletmenin, kayıp ve arıza kayıtlarının üretim operatörleri tarafından kâğıt formlara doldurularak tuttuğunu belirtmektedir.

2.2.1 Ürünlere Ait İş Akışının Belirlenmesi

Öncelikle bir kapı setini meydana getiren kanat, kasa ve pervaz parçalarının üretim sürecinde hatta izleyeceği yol ve iş akışı tespit edilir. Bu sayede, bir kanadın üretilmesinde yer alan ekipmanların etkinlikleri kıyaslanabilecek ve hatta darboğaz olan ekipman tespit edilebilecektir. Bu süreç tamamıyla işletmenin kendi üretim beceri ve bilgisi çerçevesinde gerçekleşir. Tesisteki mevcut ekipmanlar, kullanılan malzeme ve üretilecek olan ürünün niteliklerine göre iş akışları değişebilir.

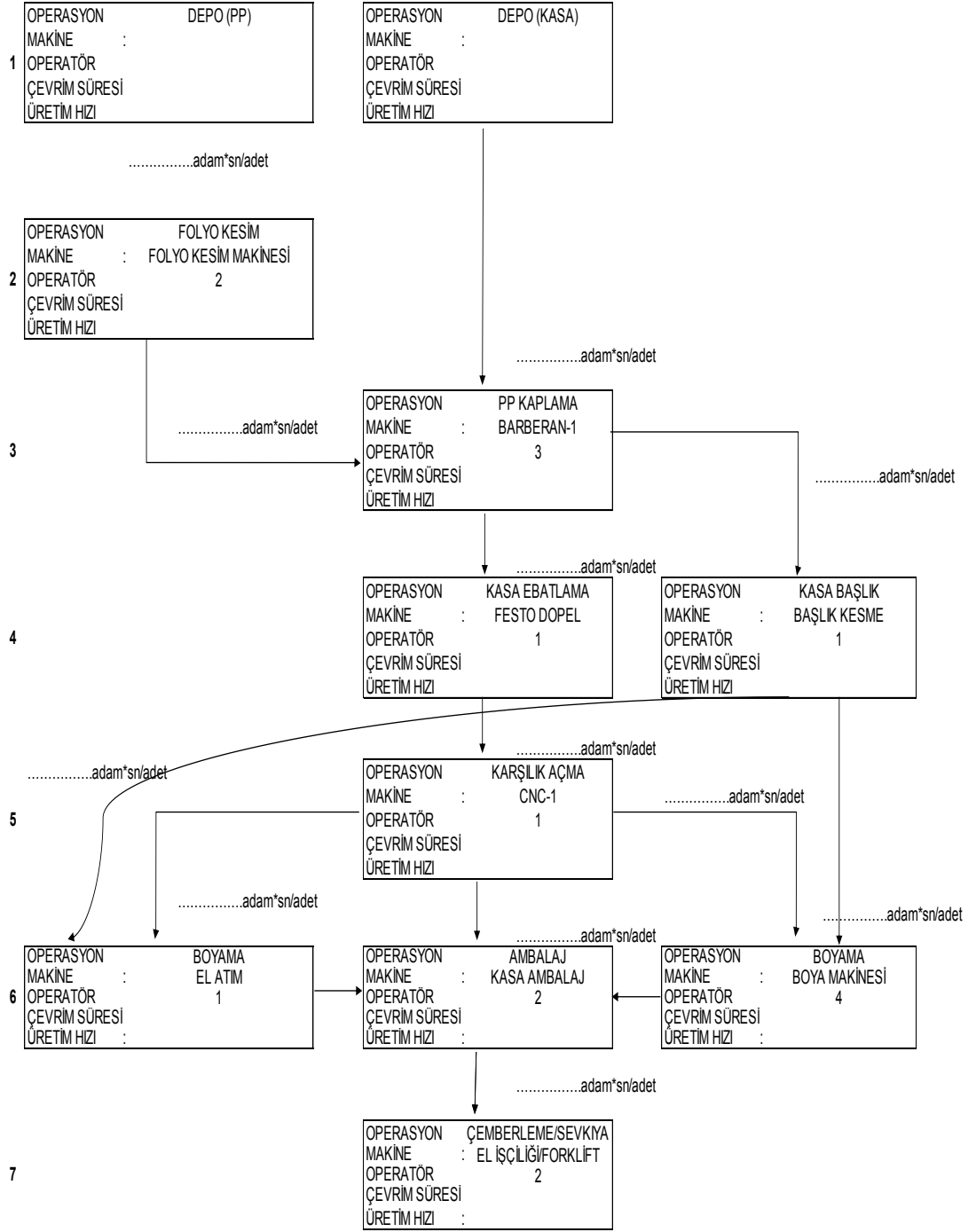
Bu hususta örnek vermek gerekirse, hazır yüzeyli (laminat vb.) kapı kanatları Sıcak pres ekipmanı yerine Soğuk preste basılır. Burada kullanılan malzeme ile ilgili nedenler söz konusudur. Eğer hazır yüzeyli kanat Sıcak preste basılırsa ısının etkisiyle yüzeyde giderilemeyecek leke ve şişme gibi kusurlar oluşabilir.

Bunun yanında ürün niteliğinin iş akış sürecini nasıl belirlediğine örnek olarak da, kasa ve pervazlarda hazır boyalı kaplama malzemesinin kullanıldığı durumlar gösterilebilir.

Gerçekleştirilen bu üretimde kapı kanatları boyahanede boyanırken kasa ve pervazlar kendinden boyalı kâğıt ile kaplı olduğundan boyahaneye uğramadan ambalajlamaya gider.

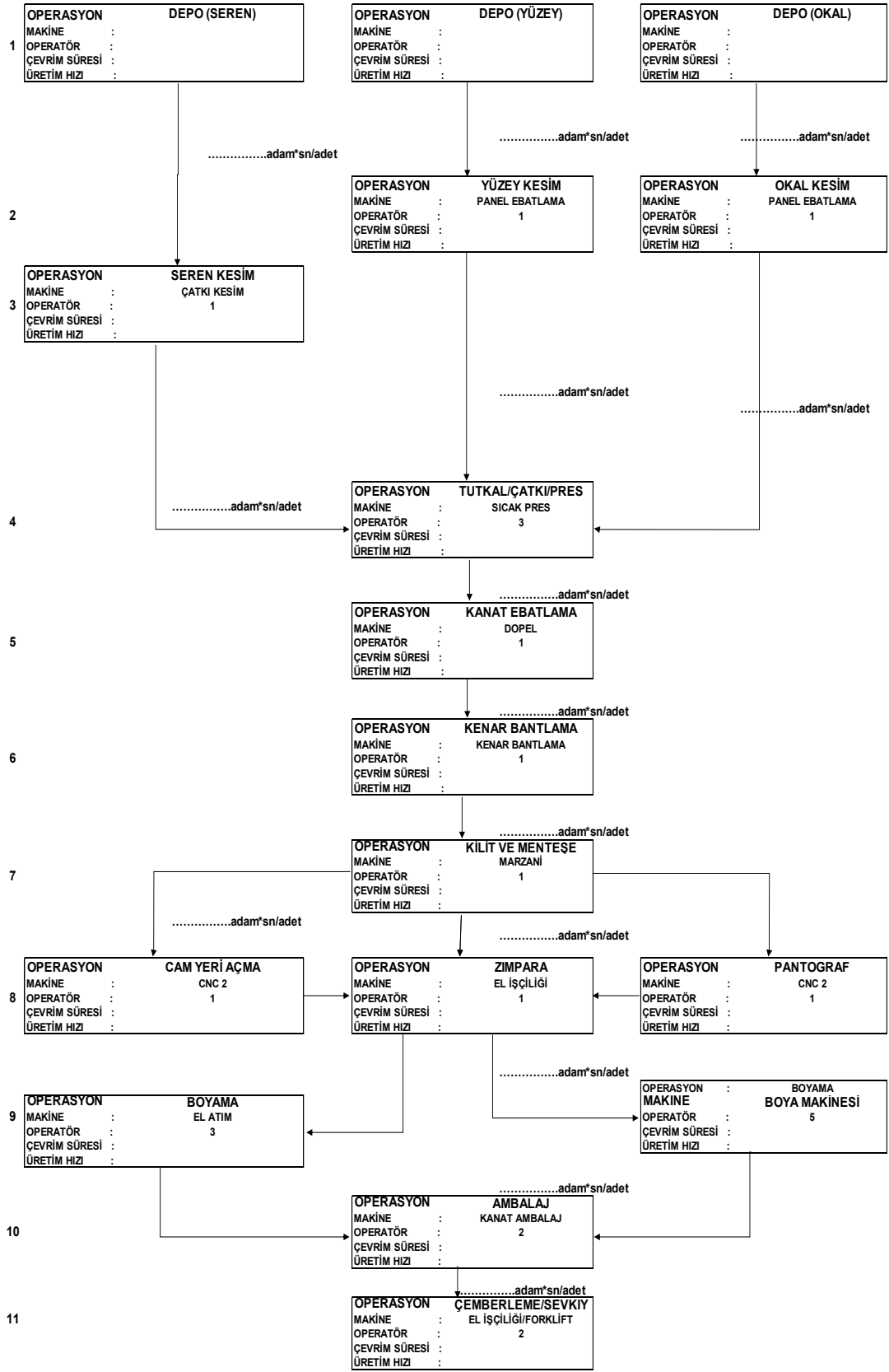
Şekil 2.2’de kapı kasasının üretim akışı gösterilmektedir. Kapının diğer parçaları olan kanat ve pervazın iş akışları Şekil 2.3 ve Şekil 2.4’de gösterilmiştir.

KASA

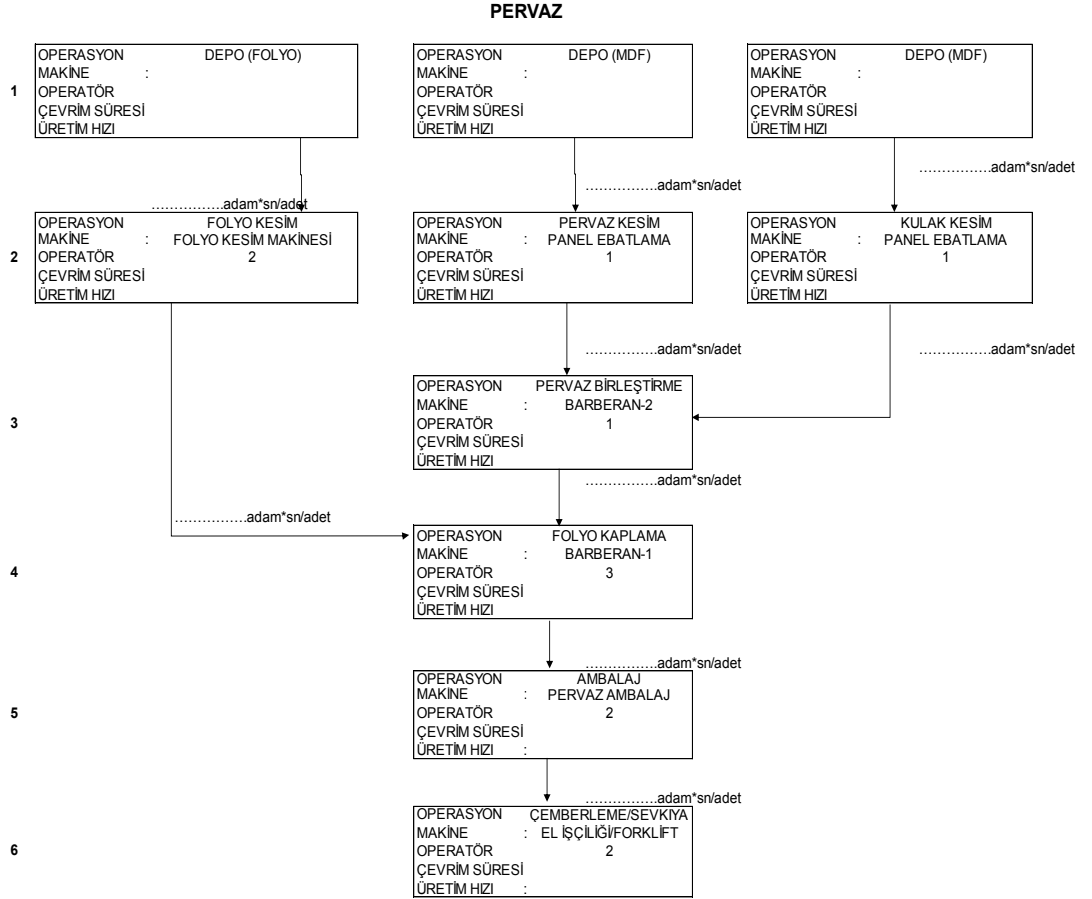


Şekil 2.2: Kasa iş akış şeması.

PANELLİ KANAT



Şekil 2.3: Kapı kanadı iş akış şeması.



Şekil 2.4: Pervaz iş akış şeması.

2.2.2 Ekipmanlardaki Operasyonların Tespiti

İş akışları belirlendikten sonra, işletmede bulunan ekipmanların ne tür işlevleri ve hangi süreçlerde kullanıldığı belirlenir. Zira ekipmanlar farklı ürün ya da parçaları ürettiği olabilirler. TEE'nin Performans parametresi hesaplanırken ilgili makinenin hangi tip ürünü ürettiği bilinmelidir. Çünkü ekipmanlar işleyecekleri ürüne göre farklı hız ve kapasitede çalışabilirler.

Örneğin, CNC1 ve CNC2 ekipmanları hem kanat hem de kasa işleyebilir. Bu ekipmanlar kanada cam yeri açabilirken diğer taraftan fuga (derz) de açabilmektedir.

2.2.3 Makinelerin İdeal Çalışma Hızının Tespiti

Kapı üretimi esnasında makinelerde işlenen her ürün ve işlem için hız ayarlanmalıdır. Örneğin *Doppel* markalı ekipman panel kapı kanadı üretiminde daha hızlı çalışabilirken, laminat kanatta laminatın kırılmaması için yavaş çalışmak zorundadır. Bunun yanında boya makinesi astar atarken hızlı, son kat boya atarken

biraz daha yavaş çalışmaktadır. Ekipman hızlarının tespitinde eğer mevcutsa kullanım kılavuzları da referans olarak alınabilir. Bu aşamada diğer bir yöntem zaman etüdü çalışmalarıyla ideal hızın ölçümüdür.

2.2.4 Operasyonların İşlem Sürelerinin Tespiti

Ekipmanların işlediği ürüne göre hızları tespit edildikten sonra bir parça ürünü ne kadar sürede üretebildiğini anlayabilmek için zaman etüdü çalışmaları yapılır. Hesaplanan işlem süresi (dakika/parça) sayesinde ekipman kapasiteleri de hesaplanabilir. Bahse konu işletmede üretim sahasında gerçekleştirilen zaman etüdü çalışmaları neticesinde tablo 2.1 oluşmuştur. Zaman etüdü çalışmalarında faydalanılan *zaman analiz formu* ise (EK A)'da sunulmuştur.

Tablo 2.1: Ekipmanların işlem süreleri.

| EKİPMAN | MALZEME | Ürün İşlem Süresi (adet/dakika) |
|-------------------------------|---------------|---------------------------------|
| Sıcak Pres | Kanat | 0,93 |
| Kanat ebatlama (Dopel) | Kanat | 4,1 |
| Kanat ebatlama (Dopel) | Laminat Kanat | 2,1 |
| Kenar bantlama (Edge banding) | Kanat | 7,14 |
| Kilit açma | Kanat | 1,09 |
| Kilit açma 2 (Maka) | Kanat | 1,09 |
| Boya makinesi | Kanat | 4,5 |
| Boya makinesi | Kasa | 9,35 |
| Boya Makinesi | Pervaz | 20,4 |
| Boya Makinesi | Çıta | 8,25 |
| Profil sarma | Kasa | 11,2 |
| Profil sarma | Pervaz | 19,3 |
| Pervaz birleştirme | Pervaz | 13,9 |
| Kasa ebatlama | Kasa | 2,4 |
| CNC | Kasa | 1,49 |
| CNC | Kanat | 0,33 |
| CNC-2 | Kanat | 0,59 |
| Panel ebatlama | Yüzey | 6,81 |
| Panel ebatlama | Pervaz Boy | 13 |
| Panel ebatlama | Laminat | 2,79 |
| Panel ebatlama | Mdf Yüzey | 3,57 |
| Panel ebatlama | Pervaz Kulak | 25,9 |
| Panel ebatlama | Okal | 1.25 |

2.2.5 Ekipmanlara Göre Duruşların Tespiti

Üretim sahasından, operatörler tarafından üretim formlarının doldurulması şeklinde bir veri toplama mekanizması işletilecekse, operatörün yorumuna ihtiyaç duyulmayacak şekilde duruşların ve kayıpların üretim formlarına nakledilebilmesini

sağlamak üzere her ekipmana ait özel durumların tespit edilip üretim formunda belirtilmesinde fayda olacaktır. Çünkü tüm ekipmanlar için ortak dağıtılacak üretim formları kullanıldığında operatör kendi ekipmanına münhasır bir durumla (kayıp, duruş) karşılaştığında sorunu üretim formunda açıklarken yorum yapmak zorunda kalabilir. Bu durum gerçekte nasıl bir problemin var olduğunun gözden kaçmasına neden olabilir. Bu nedenle altı büyük kaybın ekipmanlar arasında farklı şartlarda ortaya çıkacağı düşüncesinden hareketle kayıp ve duruşların her bir ekipman için detaylı bir şekilde analiz edilmesi önem arz etmektedir. TEE'nin ortaya çıkarmaya çalıştığı ve TVB'nin en önemli iki amacı olan *sıfır duruş* ve *sıfır hata* ya ulaşabilmek için bu konunun dikkatle ele alınması gerekmektedir.

Ekipmanların donanımsal farklılıkları da bu ihtiyacın varlığını ortaya koymaktadır. Örneğin, sıcak pres ekipmanında ısı düşmesi nedeniyle duruş gerçekleşebilirken, CNC ekipmanında böyle bir durumun olması söz konusu değildir. Başka bir örnek daha vermek gerekirse; Doppel markalı ekipmanda kanatların ebatlanması esnasında pabuçların kayması sonucu kapı kanadında gönyesizlik olabilir ve durum benzer şekilde panel ebatlama makinesinde ebatlanan kapı yüzeylerinde de olabilir ancak diğer ekipmanlarda bu durumun oluşma ihtimali bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu iki ekipmanın üretim formlarında bu faktör dikkate alınırken diğer ekipmanların üretim formlarında bu faktöre gerek yoktur.

2.2.6 Çalışma Sürelerinin Tespiti

Bölüm 1.3.1'de TEE hesaplaması başlığı altında ifade edilen hesaplamaların yapılabilmesi için çalışma süreleri belirlenmelidir. Çalışma sürelerinin yanı sıra planlı duruşlar da tayin edilmeli ve süreleri kesinleştirilmelidir.

Uygulamanın yapıldığı işletme haftada beş işgünü 45 saat çalışma gerçekleştirilmektedir. Böylece günlük 9 saatlik bir çalışma süresi ortaya çıkmaktadır. Üretim personeli için on beşer dakikalık iki çay molası ve otuz dakikalık bir yemek arası olmak üzere toplam bir saatlik planlı duruş tayin edilmiştir. Bu planlı duruşların günlük çalışma süresinden çıkarılması ile net çalışma süresi 480 dakika olarak hesaplanmıştır. Bunun dışında hiçbir ekipman için ısınma, kalibre, temizlik vb. nedenlerle planlı duruş kabullenilmemiş, bunların tamamı plansız duruş olarak kabul edilmiştir.

2.2.7 Günlük Üretim Formlarının Hazırlanması

Daha önceden tespit edilen, özel duruş ve kayıplar da göz önünde bulundurularak ekipmanlara özel olarak üretim formları oluşturulur. Elbette zamanla ekipmanda yapılan modifikasyonlar, çıkartılan veya yeni ilave edilen modüller ya da ekipmanın eskimesi nedeniyle ortaya çıkacak olan farklı duruş ve kayıpların da tespit edilebilmesi için üretim formlarının revize edilmesi gerekebilir.

Hazırlanan üretim formları bir vardiya için kullanılır. Vardiya değiştiğinde ya da operatör değişikliği olduğunda yeni bir üretim formuna geçilmelidir. (EK A)'da örnek bir üretim formu gösterilmiştir.

2.2.8 İş Görenin Üretim Formu Doldurma Eğitimi

Düzenli olarak bilgi toplayabilmek amacıyla operatörlere form doldurma alışkanlığı kazandırılmalıdır. Her ekipmana özel olacak şekilde bu formlar hazırlandıktan sonra operatörün konuyla ilgili eğitilerek sistemin bir parçası olması sağlanmalıdır.

Eğitimde, operatörün yorumuna mahal vermeyecek şekilde formun nasıl doldurulması gerektiği öğretilmelidir. Operatör tarafından ufak bir detayın dahi atlanması ve formda açıkça belirtilmemesi durumunda TEE ölçümleri ve verinin toplandığı diğer veri tabanlarında (üretim planlama, stok, kalite) nasıl sorunların olabileceği irdelenmelidir. Aksi durumda operatörler özellikle küçük duruşlar ve hız kayıpları gibi unsurları göz ardı edebilmektedir. Bu noktada operatörlerin, formları bu denli detaylı doldurmalarının işleyişi yavaşlatmasını engellemek için formda tüm detayları kısa notlar halinde tutup, gün sonunda forma temize çekmeleri önerilebilir.

2.2.9 Ekipmanlara Pano Asılması

Operatörlerin, ekipmanlarının etkinliğini sürekli izleyebilmeleri ve kendi kişisel performansları hakkında bilgi sahibi olmaları adına her ekipmanın uygun bir köşesine bir pano asılır. Operatörler, süreci buradan değerlendirip kendilerince yapılması gerekeni ortaya koyma fırsatı yakalayabilirler. Robinson ve Ginder (1995:148) çalışmalarında TEE eğilimlerinin tüm çalışanlar tarafından izlenebilmesi ve küçük grup çalışmalarına destek olunabilmesi için panoların asılmasını

önermektedirler. Ayrıca TEE'nin gelişimi ve üretkenlikte ulaştığı noktanın çalışanlar tarafından görülmesi, çalışanları motive edecektir.

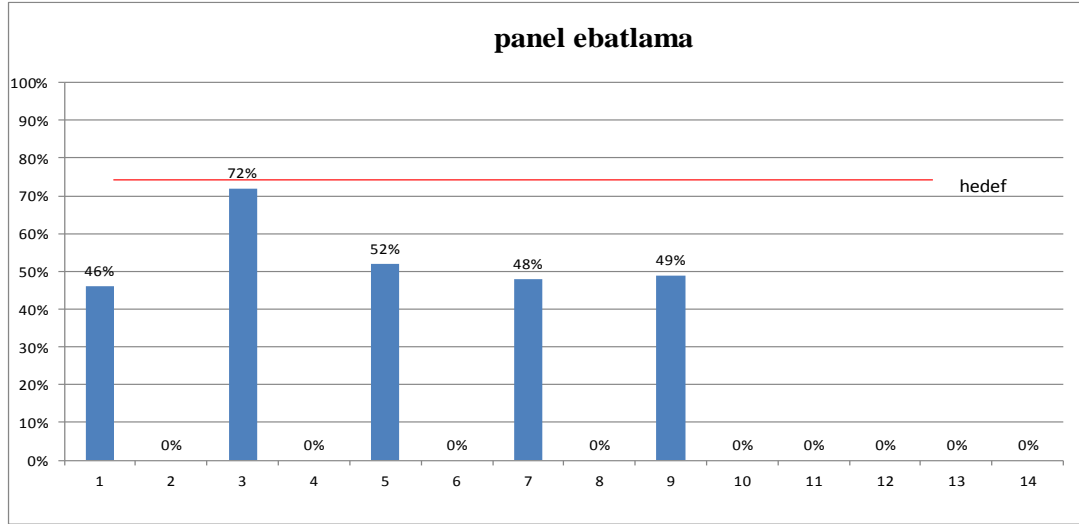
Panolar, operatörlerin yanı sıra üretim-bakım mühendisleri ile üretim müdürlerinin de TEE değerlendirmelerini ve TVB çalışmalarını ekipmanın başında yapabilmelerine olanak sağlar.

Her panoda şu öğeler yer almalıdır;

- Verilerin ait olduğu ekipmanın bir fotoğrafı. Bu, üretim sahası içerisinde panonun hangi ekipmana ait olduğunu gösterecektir.
- Ekipmanın bir haftalık vardiya bazında TEE değerlerini gösteren grafik. Bu grafik her hafta başında güncellenir. Şekil 2.5'de gösterilmiştir.

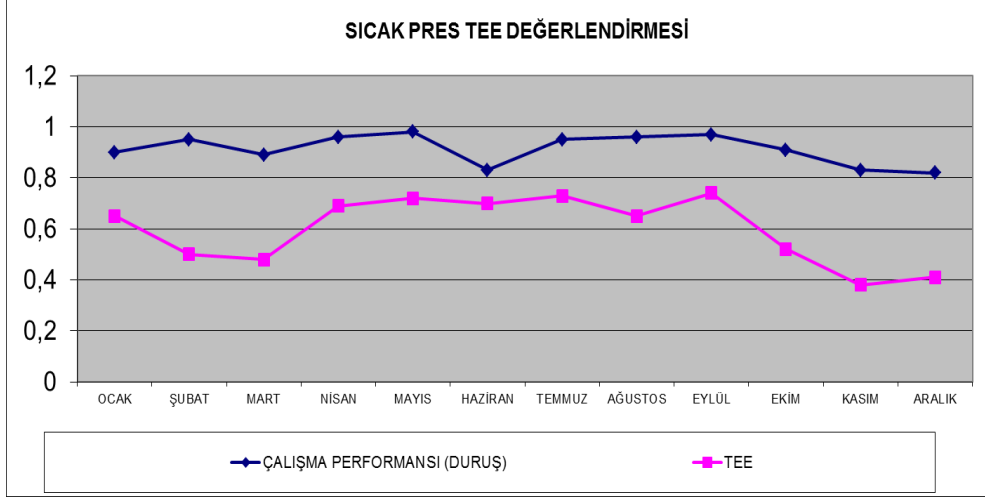
| panel ebatlama | | | | | |
|----------------|----------------------------|------------|---------------------|-----|-------------|
| | Kullanım (Availability) | Performans | Kalite (Quality) | TEE | operatorler |
| PARTESI | 88% | 52% | 100% | 46% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| SALI | 95% | 76% | 100% | 72% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| CARSAMBA | 96% | 55% | 100% | 52% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| PERSEMBE | 100% | 48% | 100% | 48% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| CUMA | 100% | 49% | 100% | 49% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| CUMARTES | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| PAZAR | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |

| | |
|----------------------|-----|
| çalışılan vardiya | 5 |
| Hafta TEE ortalaması | 53% |
| hedef | 75% |



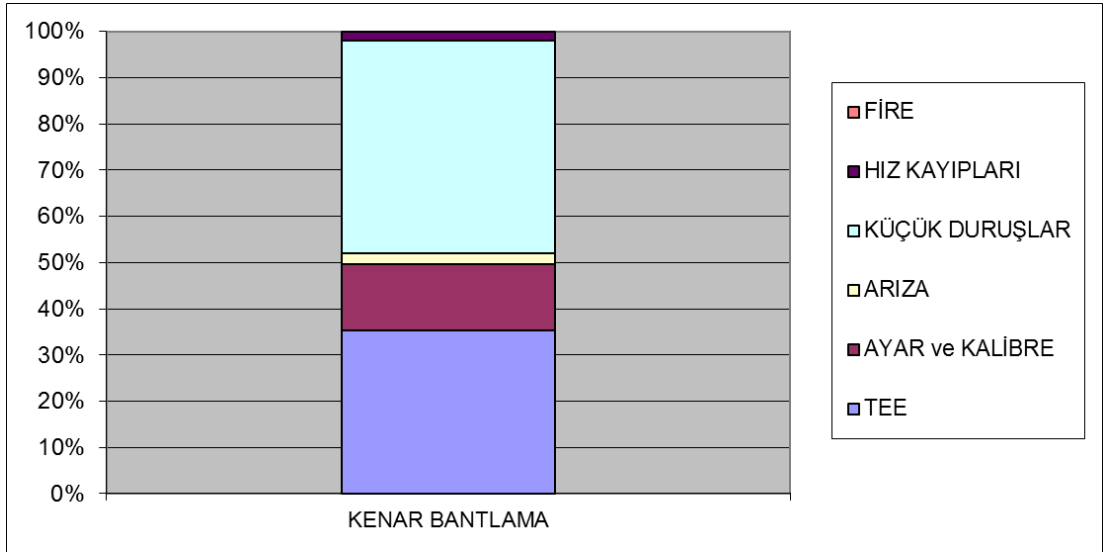
Şekil 2.5 Haftalık TEE takip grafiği.

- Hafta bazında ve takvim yılı başından itibaren ekipmanın TEE değerlerini gösteren akış grafiği. Ayda bir güncellenen bu grafik Şekil 2.6'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Aylık TEE izleme grafiği.

- Üç ayda bir yapılan altı büyük kayıp analizini de içeren “Çubuk Bar” grafiğidir. Ekipmanın geçmiş üç aya ait TEE ortalaması ve altı büyük kayba ait oranları ortaya koyar. Şekil 2.7’de gösterilmiştir.



Şekil 2.7: Üç aylık TEE çubuk grafiği.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÖNERİLEN TEE METODUNUN UYGULAMA VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Belirli bir üretim süreci sonrası tesisteki ekipmanların TEE değerleri toplanan veriler ışığında hesaplanıp ayrı ayrı ekipmanların yaşadığı kayıplar ve duruşlar ortaya koyulmaktadır.

3.1 Verilerin İşlenmesi

Tesis genelinde ekipmanların TEE değerlerini belirlemek amacıyla yapılan ön çalışmalar ile artık TEE hesaplama aşamasına geçebilmek için üretimden gelen verilerin düzenli bir şekilde kayıt altına alınması gerekmektedir. Bu nedenle TEE uygulayacak her işletmenin, bu verileri kaydetme ve işleme kabiliyetine sahip olması beklenir.

Birçok işletmede üretim vardiya bazında gerçekleşmektedir. Dolayısıyla, her vardiya sonrası edinilen verilerin bilgisayar aracılığıyla kaydedilmesi gerekmektedir.

Çalışmanın yürütüldüğü kapı üreticisi işletmede Microsoft Office'in Excel paket programından faydalanıp veri girişi ve raporlamalar gerçekleştirilirken, Bilgi İşlem departmanı ile koordineli hareket edilerek gerçekleştirilen bir çalışma ile oluşturulan veri tabanından faydalanılarak TEE çalışmaları yürütülmüştür.

Her vardiyaya ait üretim verileri ekipmanların sorumlu operatörleri tarafından üretim formlarına girildikten sonra gündelik olarak bilgisayar ortamında Excel tablolarına aktarılmaktadır.

Şekil 3.1'de, örnek bir ekipmanın vardiyalara ait duruşlarının bilgisayara işlenmiş ekran görüntüsü yer almaktadır. Duruşlar üretim formlarında olduğu gibi ekipmana özel belirlenmiş duruşlardır.

| | | power outage | electric malfunction | mechanical malfunction | waiting for material | sharpen tool | quality issue | changeover | set-up | insufficient workers | maintenan | other |
|---------------|---------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|--------------|---------------|--------------------------|--------|----------------------|-----------|-------|
| hafta 17 | vardiya | Elektrik Kesintisi | Elektrik Anza | Mekanik Anza | Malzeme Bekleme | Takim Bileme | Kalite Sorunu | Operasyon İş Değişikliği | Ayar | Eleman Yetersizliği | Bakım | diger |
| day | | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
| Monday | 1 | | | | 120 | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| Tuesday | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| Wednesday | 1 | | 15 | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| Thursday | 1 | | | 150 | | | | | | | | |
| | 2 | | | 60 | | | | | | | | |
| Friday | 1 | | | 30 | 180 | | | | | 15 | | |
| | 2 | | | | 60 | | | | | | | |
| Saturday | 1 | | | 20 | 180 | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| Sunday | 1 | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| TOPLAM | | 0 | 15 | 260 | 540 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 |

Şekil 3.1: Ekipmana ait duruş verilerinin girildiği bilgisayar ekranı.

Şekil 3.2’de ise ekipmanın vardiyada kaç parça ürettiği, fire sayısı ve vardiyanın süresi (fazla mesaide süre artar) bilgileri bilgisayar girilmiştir. Böylece, ilgili ekipmanın o vardiyaya ait kullanılabilirlik, performans ve kalite oranları ile TEE değeri formüller ile hesaplanabilir.

| Planlı üretim süresi (planned production time) | Planlanmamış tutukluk (unplanned down time) | Toplam Kapi (total pieces) | iskarta (reject doors) | ideal üretim numara (doors/minute) | kullanılabilirlik (availability) | performans (performance) | kalite (quality) | TEE OEE |
|---|--|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------|
| | | | | 6,86 | | | | 100% |
| 540 | 90 | 422 | 0 | 6,86 | 83% | 14% | 100% | 11% |
| 660 | 180 | 362 | 0 | 6,86 | 73% | 11% | 100% | 8% |
| 540 | 90 | 398 | 0 | 6,86 | 83% | 13% | 100% | 11% |
| 660 | 120 | 418 | 2 | 6,86 | 82% | 11% | 100% | 9% |
| 540 | 150 | 440 | 0 | 6,86 | 72% | 16% | 100% | 12% |
| 660 | 120 | 379 | 0 | 6,86 | 82% | 10% | 100% | 8% |
| 510 | 90 | 331 | 1 | 6,86 | 82% | 11% | 100% | 9% |
| 660 | 90 | 308 | 1 | 6,86 | 86% | 8% | 100% | 7% |
| 540 | 60 | 360 | 0 | 6,86 | 89% | 11% | 100% | 10% |
| 660 | 120 | 293 | 0 | 6,86 | 82% | 8% | 100% | 6% |
| 540 | 300 | 210 | 0 | 6,86 | 44% | 13% | 100% | 6% |
| 660 | 150 | 365 | 1 | 6,86 | 77% | 10% | 100% | 8% |
| | 0 | | | 6,86 | | | | not run |
| | 0 | | | 6,86 | | | | not run |
| 7170 | 1580 | 4285 | 5 | 6,86 | 78% | 11% | 100% | 9% |

Şekil 3.2: Ekipmanın üretim verileri ile TEE değerinin hesaplandığı ara yüz.

Uygulamanın yapıldığı işletmede, tablolarla çalışmanın ve raporlamanın zorluğu nedeniyle, Bilgi İşlem departmanı tarafından veri tabanı bazlı bir sistem geliştirilmiştir. Veriler, büyük boyutlu Excel tabloları yerine güvenli bir veri

tabanında tutulmaya başlanmıştır. Bu sistem sayesinde TEE hesaplamaları ve raporlama daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilebildi. Ayrıca, veri girişi de kolaylaştı. Bu sayede, işletme içinde sisteme bağlı herhangi bir bilgisayardan da giriş ve kontrol yapılmaya başlandı. Bununla birlikte, verinin sisteme kimin tarafından girildiği bilgisi ve ekipmanın hangi operatör tarafından idare edildiği gibi önemli bilgiler de kayıtlarda tutulmaya başlandı.

3.2 Önerilen Metot İle TEE Hedeflerinin Belirlenmesi

İşletmeler, Dünya klasmanı olarak bilinen %85 oranlarındaki TEE değerlerini bir hedef olarak görebilir. Ancak, kısıtlı kaynaklara sahip KOBİ'ler için önemli olan, her ekipmana ait spesifik hedeflerin tespit edilmesidir. Öncelikli amaç, tüm ekipmanların belirlenmiş bu hedeflere, tesisin toplam verimliliğini göz önünde bulundurarak öncelikli bir sırada ulaştırmaktır. Eğer belirli bir zaman sonunda tüm ekipmanlar spesifik hedeflerine ulaşmışlarsa, ilerleyen aşamalarda bu ekipmanlar için TEE hedefi %85-90 seviyelerinde belirlenebilir.

Bu aşamada, daha önce de ayrıntılı olarak formüle edilen hedef belirleme metodu ile işletmedeki ekipmanların TEE hedefleri belirlenmiştir. Bu nedenle Üretim Planlama departmanının, aynı prosese sahip siparişlerin ekipmanlara iş yüklemesini yapması sağlanmıştır. Daha önce de bahsedildiği üzere ekipmanlara yüklenecek siparişlerin, hedef tespiti yapılacak olan tüm ekipmanlara hat üzerinde uğruyor olması gerekmektedir. Bunun nedeni; ekipmanların sipariş bazında iş çıkarma performanslarını ortaya koymak ve onları birbirleriyle karşılaştırabilme olanağı yakalamaktır. Böylece ekipmanların, bir siparişin ihtiyaç duyduğu sayıdaki parçayı beklenen (hedef) vardiya süresi içerisinde tamamlayabilme oranı tespit edilmiş olunacak ve en yavaş ekipman ortaya çıkmış olacaktır.

Burada göz ardı edilmemesi gereken nokta; bir sipariş için her ekipmana düşen iş yükünün (parça sayısı) eşit olamayabileceğidir. Ancak, TEE hesaplama dönemi içerisinde ekipmanların hangi siparişleri ürettiğini ayırtırmaya gerek yoktur. Zira nihai amaç yüklenen iş yükünü (parça sayısını) ekipmanın kaç vardiyada çıkarabildiğini tespit edebilmektir.

Tablo 3.1: Ekipmanlara ait ideal kapasite verileri.

| SÜREÇ (PROCESS) | | Ürün (Related Product) | 1 Vardiya Üretimi (1 Shift) | Saatlik Parça Üretimi (units/hrs) |
|-------------------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| PANEL EBATLAMA (PANEL SAWING) | Yüzey | Kapı/Kanat | 600 | 67 |
| | Pervaz | Pervaz | 600 | 67 |
| | Kulakcık | | 1200 | 133 |
| KASA EBATLAMA (FESTO DOPEL) | Kasa | Kasa | 260 | 29 |
| SICAK PRES (HOT PRESS) | Kapı/Kanat | Kapı/Kanat | 350 | 39 |
| KENAR BANTLAMA (EDGE BANDING) | Kapı/Kanat | Kapı/Kanat | 760 | 84 |
| KANAT EBATLAMA (DOPEL) | Kapı/Kanat | Kapı/Kanat | 600 | 67 |
| KİLİT AÇMA (LOCK& HINGE) | Kilit Açma | Kapı/Kanat | 360 | 40 |
| | Kilit Açma 2 | | 200 | 22 |
| | Toplam Kilit Açma | | 560 | 61 |
| CNC | CNC 2 Cam yeri | Kapı/Kanat | 170 | 19 |
| | CNC Kilit karşılığı | Kasa | 350 | 39 |
| | CNC Cam yeri | | 170 | 19 |
| KASA PERVAZ (BARBERAN) | Kağıt Kaplama | Kasa | 1200 | 133 |
| | Pervaz Birleştirme | Pervaz | 700 | 78 |
| BOYAMA (PAINTING) | Boya Makinesi | Kapı/Kanat | 500 | 56 |
| | | Pervaz | 1400 | 156 |
| | | Kasa | 1000 | 111 |
| | Elde Boyama | Kapı/Kanat | 250 | 28 |
| | | Pervaz | 600 | 67 |
| Zımpara | Kapı | 400 | 44 | |

Bu çalışmada Şekil 3.3’de gösterilen, kapı kanadı üretiminin gerçekleştiği hat üzerindeki *sıcak pres*, *kanat ebatlama*, *kenar bantlama* ve *kilit açma* makineleri analiz edilmiştir.

Ekipmanların daha önceden hesaplanan kapasite verileri ışığında tablo 3.1’de bir vardiyada kaç parça iş çıkarabildikleri bilgisi mevcuttur.

Üretim Planlama departmanı tarafından, aynı üretim sürecine sahip siparişlerin ekipmanlara yüklenmesi ile oluşan iş yükü durumu tablo 3.2’de görülebilir.



SICAK PRES



KANAT EBATLAMA



KENAR BANTLAMA



KİLİT AÇMA

Şekil 3.3: Analiz edilen ekipmanlar.

Bu bilgiler ışığında hem her ekipmanın kapasitesi hem de aynı üretim sürecine sahip siparişlerin ekipmanlardaki iş yükleri tespit edildiğinden, artık ekipmanların TEE hedeflerini belirleme aşamasına geçilebilir.

Tablo 3.2: Ekipmanlara ait iş yükleri.

| Sipariş No | Sistem no: | Proje Adı | DURUM | Kanat | Kasa | Perva | Cam | Panel Ebatlama | Pres | Dopel | KenarR | KilitA | CNC2 | Festdopel | CNC-1 | KasaS. | PervazR | PaintM |
|-----------------------|------------|---------------|----------|-------|------|-------|------|----------------|------|-------|--------|--------|------|-----------|-------|--------|---------|--------|
| 8793 | A91000419 | PROJE FİRMA 1 | Üretimde | 305 | 270 | 270 | 105 | 950 | 305 | 305 | 275 | 275 | 105 | 270 | 270 | 540 | 270 | 950 |
| 8849 | A91000735 | PROJE FİRMA 2 | Üretimde | 112 | 99 | 99 | 35 | 345 | 112 | 112 | 101 | 101 | 35 | 99 | 99 | 198 | 99 | 345 |
| 8852 | A91000734 | PROJE FİRMA 3 | Üretimde | 312 | 280 | 280 | 94 | 966 | 312 | 312 | 281 | 281 | 94 | 280 | 280 | 560 | 280 | 966 |
| 8853 | A91000733 | PROJE FİRMA 4 | Üretimde | 344 | 312 | 312 | 92 | 1060 | 344 | 344 | 310 | 310 | 92 | 312 | 312 | 624 | 312 | 1060 |
| 8857 | A91000730 | PROJE FİRMA 5 | Üretimde | 4000 | 3600 | 3600 | 1200 | 12400 | 4000 | 4000 | 3600 | 3600 | 1200 | 3600 | 3600 | 7200 | 3600 | 12400 |
| 8879 | A91000728 | PROJE FİRMA 6 | Üretimde | 37 | 33 | 33 | 15 | 118 | 37 | 37 | 33 | 33 | 15 | 33 | 33 | 66 | 33 | 118 |
| 8888 | A91000724 | PROJE FİRMA 7 | Üretimde | 760 | 670 | 670 | 250 | 2350 | 760 | 760 | 684 | 684 | 250 | 670 | 670 | 1340 | 670 | 2350 |
| 8889 | A91000722 | PROJE FİRMA 8 | Üretimde | 296 | 262 | 262 | 98 | 918 | 296 | 296 | 266 | 266 | 98 | 262 | 262 | 524 | 262 | 918 |
| TOPLAM İŞ YÜKÜ | | | | | | | | 19107 | 6166 | 6166 | 5549 | 5549 | 1889 | 5526 | 5526 | 11052 | 5526 | 19107 |

Elde edilen bu veriler yardımıyla ve bölüm 1.5.1'de tarif edilen hesaplama yöntemi kullanılarak bu dört ekipman için hedef TEE değerleri tespit edilmiştir.

Tablo 3.3: Analiz edilen dört ekipmanın hedef TEE değerlerinin hesaplanması.

| SİPARİŞLER (İstasyonların tümüne aynı siparişler yüklendi) | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8889 | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8890 | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8891 | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8892 | AÇIKLAMA |
|---|---|---|---|---|--|
| | EKİPMANLAR | | | | |
| VERİLER | PRES | DOPEL | KENAR BANTLAMA | KİLİT AÇMA | |
| (adet) (i) İşyükü | 6166 | 6166 | 5549 | 5549 | Üretim Planlama Departmanı tarafından verilen iş yükleri |
| (adet) (V _k) Teorik kapasite | 350 | 600 | 760 | 360 | Bir vardiyadaki kapasiteyi ifade eder, kapasite hesaplamaları ile bulunacak |
| (iş günü) (V _t) Vardiya sayısı | 17,6 | 10,3 | 7,3 | 15,4 | Teorik kapasiteye göre iş yükünü tamamlaması için çalışması gereken vardiya sayısı |
| (%) (TEE _h) Hedef | 85 | 49,6 | 35,2 | 74,4 | Hedef TEE değerleri |
| (iş günü) (V _h) Vardiya hedefi | 20,7 | 20,7 | 20,7 | 20,7 | Hedeflenen Vardiya sayısı |

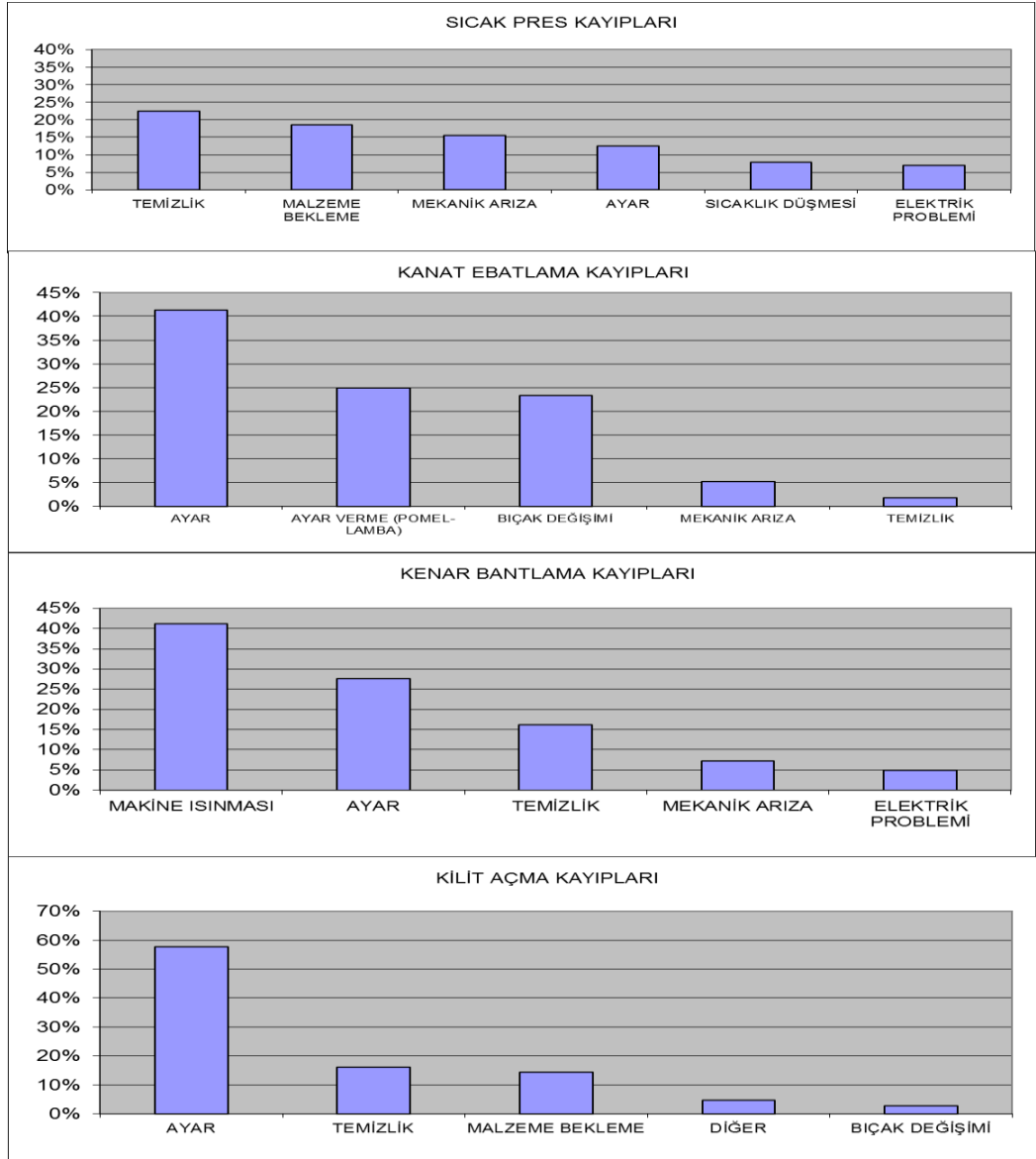
Hedeflerin hesaplandığı tablo 3.3'te “Sıcak pres” ekipmanının ideal kapasiteler göz önünde bulundurulduğunda, 20,7 vardiya ile siparişlerin üretim süresini tayin eden ekipman olduğu görülmektedir. Bu nedenle, diğer ekipmanlara da vardiya hedefi olarak (yani mevcut işlerini çıkarmaları beklenen vardiya sayısı) 20,7 değeri tayin edilir. Çünkü diğer üç ekipmanın 20,7 vardiyadan daha kısa bir sürede işlerini tamamlamaları, siparişlerin daha erken bitmesini sağlamayacaktır. Sonuçta siparişin tamamlanması için 20,7 vardiyanın geçmesi ve Sıcak pres ekipmanının iş yükünü bitirmesi gerekmektedir.

Sıcak pres ekipmanının TEE hedefi önerilen metot gereği dünya klasmanı olarak gösterilen %85 olarak tayin edilmiştir. Diğer üç ekipmanın hedefleri ise vardiya hedeflerini karşılayan TEE değerleri şeklinde belirlendi. Örneğin, Doppel markalı ekipmanın, %100'lük bir etkinlik ile 10,3 vardiyada işini tamamlayabildiği göz önüne alınarak kendisinden beklenen 20,7 vardiya hedefini yakalayabilmesi için Basit TEE Hesabı ile %49,6'lık bir TEE hedefi hesaplandı. Zira ekipman hedeflenenden daha kısa bir sürede iş yükünün üretimini gerçekleştirirse bu memnun edici bir durum olarak değerlendirilebilir. Önemli olan ekipmanın hedeflenen vardiya ya da TEE değerinden daha kötü bir skor elde etmemesidir.

3.3 TEE Analizi

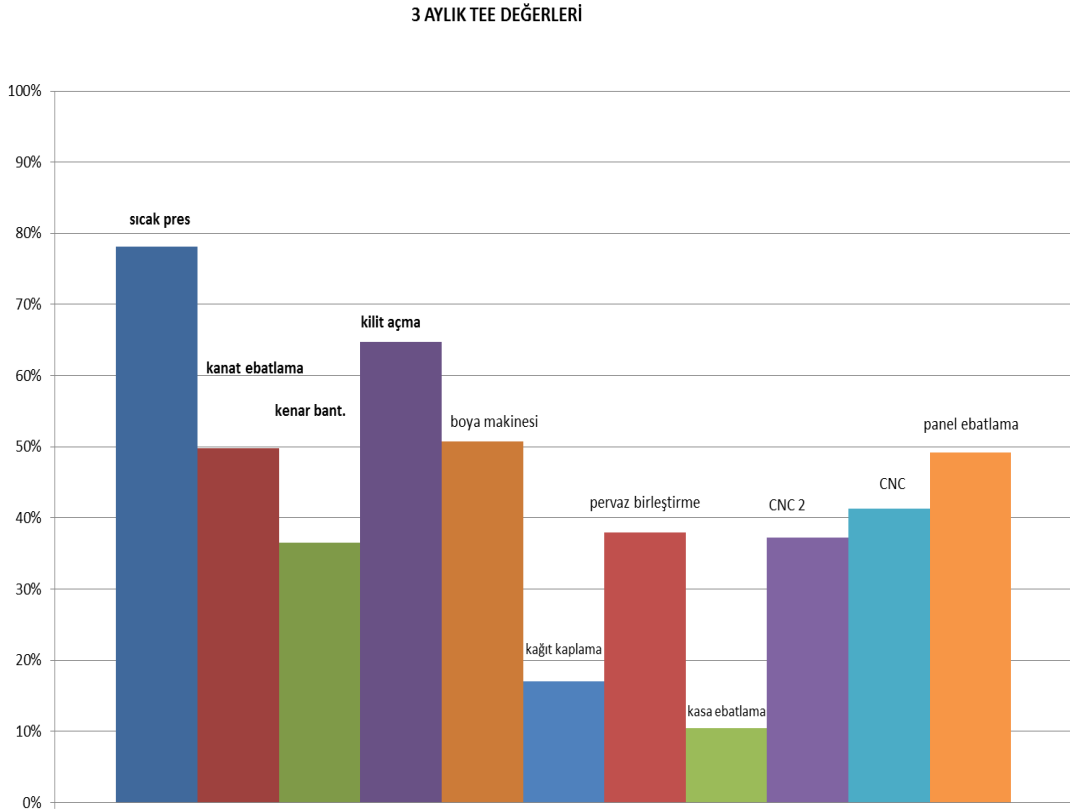
İşletmede ekipmanların hedefleri tespit edildikten sonra üç aylık bir ölçme süreci ile ekipmanların etkinlikleri hesaplanmıştır. İyileştirme çalışmaları yapmak üzere ekipman seçimi için ekipmanların hedefleri belirlenmiş ve şu aşamada da gerçekleşen TEE değerleri ve vardiya süreleri hesaplanmıştır.

Üç aylık süre içerisinde üretim formları ile sahadan toplanan veriler ışığında hangi ekipmanın hangi duruş nedeniyle ve ne kadar süre kayıp yaşadığı hesaplanabilmektedir. Bu süreler (EK C)'de sunulmuş ve Şekil 3.4'de grafik olarak dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 3.4: Ekipmanların üç aylık duruşlarının oranları.

Hesaplamalar sonucunda gerçekleşen TEE değerleri, ekipmanların tümünü bir arada gösterecek biçimde Şekil 3.5'deki grafikte belirtilmiştir. Grafik incelendiğinde ekipmanların birbirinden uzak TEE değerlerine sahip olduğu gözükmemektedir. Bu durum hattaki ekipmanların Dünya klasmanı %85-90 seviyelerinden ne kadar uzakta olduğunu ve tesisteki tüm ekipmanların bu TEE değerlerine ulaştırılabilmesi için ne kadar çok aşama kat edilmesi gerektiğini de işaret etmektedir.



Şekil 3.5: Ekipmanların üç aylık TEE değerleri.

Gerçekleşen TEE değerleri bilgisayar üzerindeki veri toplama sistemi vasıtasıyla tarih aralığı verilerek raporlama aracıyla hesaplanmıştır. Ekipmanların üretim süreleri ise planlama departmanı tarafından izlenmiş ve belirlenen iş yüklerinin hangi sürede tamamlandığı ortaya koyulmuştur. Böylelikle, ekipmanlara verilen hedeflerle gerçekleşen TEE ve üretim süreleri kıyaslanabilmiştir.

Tablo 3.4'de, yapılan analizler sonrası gerçekleşen TEE değerleri ve vardiya süreleri, ekipman seçimi tablosu ile birlikte gösterilmiştir.

Bu aşamadan sonra, ekipman hedefleri göz önüne alınarak iyileştirme ve küçük grup aktivitelerinin gerçekleştirileceği ekipmanın belirlenmesi aşamasına geçilmiştir.

Tablo 3.4: Analiz edilen dört ekipmanın gerçekleşen TEE değerleri.

| SİPARİŞLER (İstasyonların tümüne aynı siparişler yüklendi) | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8889 | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8890 | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8891 | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8892 | AÇIKLAMA |
|---|---|---|---|---|--|
| | EKİPMANLAR | | | | |
| | PRES | DOPEL | KENAR BANTLAMA | KİLİT AÇMA | |
| (adet) (i) İşyükü | 6166 | 6166 | 5549 | 5549 | Üretim Planlama Departmanı tarafından verilen iş yükleri |
| (adet) (Vk) Teorik kapasite | 350 | 600 | 760 | 360 | Bir vardiyadaki kapasiteyi ifade eder, kapasite hesaplamaları ile bulunacak |
| (iş günü) (Vt) Vardiya sayısı | 17,6 | 10,3 | 7,3 | 15,4 | Teorik kapasiteye göre iş yükünü tamamlaması için çalışması gereken vardiya sayısı |
| (%) (TEEh) Hedef | 85 | 49,6 | 35,2 | 74,4 | Hedef TEE değerleri |
| (iş günü) (Vh) Vardiya hedefi | 20,7 | 20,7 | 20,7 | 20,7 | Hedeflenen Vardiya sayısı |
| (%) (TEE) Gerçekleşen | 78,1 | 49,8 | 36,5 | 64,7 | Gerçekleşen TEE değerleri |
| (iş günü) (Vp) Gerçekleşen vardiya | 22,56 | 20,6 | 20,00 | 23,8 | Gerçekleşen vardiya sayısı |

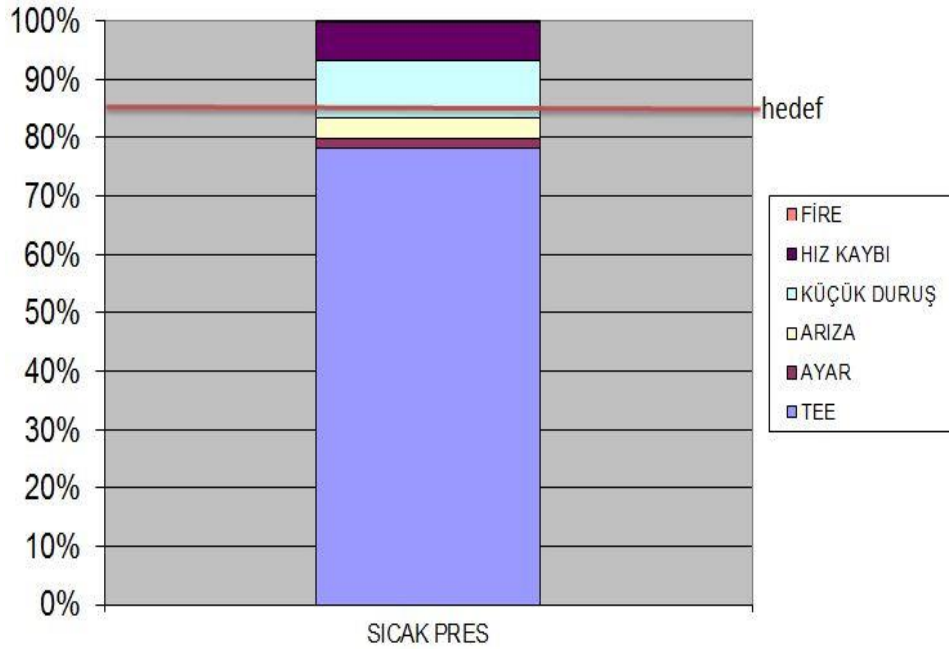
3.3.1 Önerilen Metot İle Ekipman Hedeflerinin Değerlendirilmesi

İki analiz dönemi arasında geçen süre içerisinde ekipmanların birbirlerinden bağımsız olarak etkinliklerini yükseltme ihtiyacına yönelik olarak, önerilen metot ile hesaplanan ekipman hedefi referans alınarak iyileştirme çalışmalarının ne seviyede gerçekleştirileceğinin kararı verilebilmiştir.

Şekil 3.6’da Sıcak pres ekipmanının TEE değeri, hedefi ve Altı Büyük Kaybı gösterilmektedir. Bu noktada ekipmanın TEE değeri (%78,1) ile hedef çizgisi (%85) arasında kalan oran (%6,9), öncelikli olarak yok edilmesi gereken kayıp oranını işaret etmektedir. Ekipmanın %6,9 oranındaki kaybı, yapılacak iyileştirme çalışmaları ile ekipmana geri kazandırılabilir.

Şekil 3.6 daha detaylı incelendiğinde %6,9’luk hedeften sapma oranı, kırmızı çizginin altında kalan *Ayar* ve *Arıza* kayıplarının giderilmesi ile yok olacağı görülebilmektedir.

Altı Büyük Kaybın tümünü yok etmek için kaynak ayırmaktansa önerilen metotla, yalnızca hedefe ulaşılacak oranda kayıp yok edilmiştir. Böylelikle iyileştirme çalışmalarını yürütecek olan takım, nasıl bir yol izlemesi gerektiğini belirleyip, kaynakları işletmenin hedeflerine uygun sarf etmiştir.



Şekil 3.6: Sıcak pres ekipmanının TEE değeri, hedefi ve altı büyük kayıp.

Önerilen metot ile hesaplanan ekipman hedefi, ekipmanların küçük grup aktiviteleri ve iyileştirme çalışmaları dışında da kısa dönemli değerlendirilmelerinde yol gösterici olmaktadır.

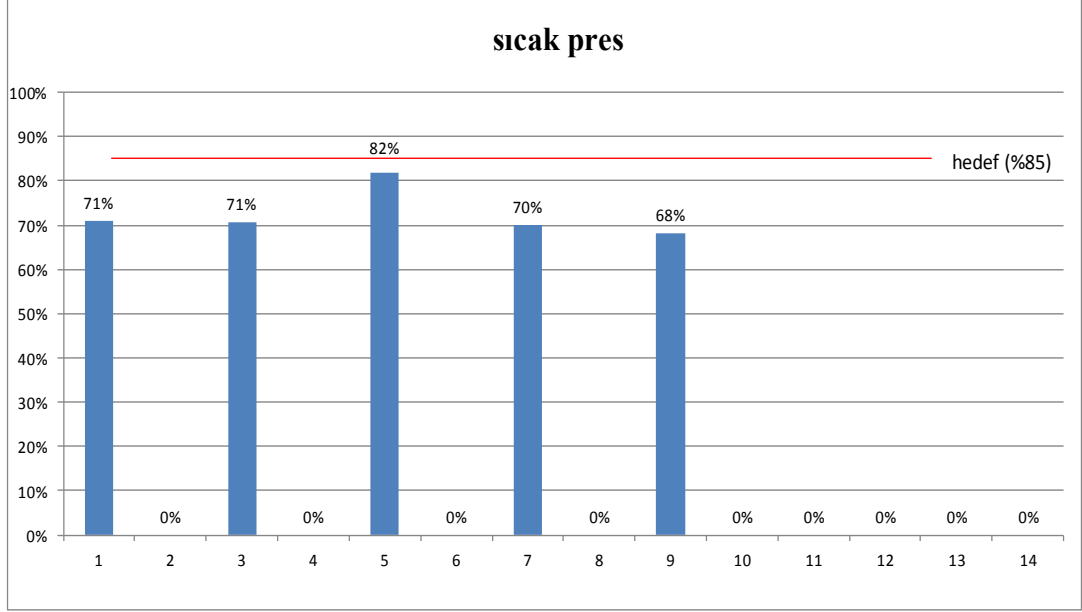
Şekil 3.7'deki sıcak pres ekipmanının bir haftalık TEE değerleri ve belirlenen hedefi gösterilmiştir. Bu grafik aynı zamanda haftalık olarak ekipmanın panosuna asılmakta ve operatörün incelemesi sağlanmaktadır. Böylelikle operatör, ekipmanın TEE değerlerinin hedeften sapma oranlarını inceleyip değerlendirmekte ve ekipman etkinliğinin azalmasına neden olan kayıpların üzerine hızlı bir şekilde gidip önerilerde bulunabilmektedir.

Bununla birlikte üretim yetkilileri tarafından ekipman panosu başında yapılacak etkinlik değerlendirmelerinde vardiya bazında kayıpları belirleyebilme olanağı sunmaktadır.

Şekil 3.7'de Sıcak pres ekipmanının haftalık TEE grafiğinde 3. vardiya dışında ekipmanın hedeften oldukça uzak bir etkinlik ortaya koyduğu görülmektedir. Üretim yöneticileri ekipmanın bu vardiyalara ait üretim formlarında inceleme yaparak kayıplara hızlı müdahale etme fırsatı yakalayabilmişlerdir.

| sıcak pres | | | | TEE | operatorler |
|-------------------------|------------|------------------|------|-----|-------------|
| Kullanım (Availability) | Performans | Kalite (Quality) | | | |
| PARTESI | 89% | 80% | 100% | 71% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| SALI | 91% | 78% | 100% | 71% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| CARSAMBA | 99% | 83% | 100% | 82% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| PERSEMBE | 91% | 77% | 100% | 70% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| CUMA | 89% | 77% | 99% | 68% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| CUMARTES | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| PAZAR | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |

| | |
|----------------------|-----|
| çalışılan vardiya | 5 |
| Hafta TEE ortalaması | 72% |
| hedef | 75% |



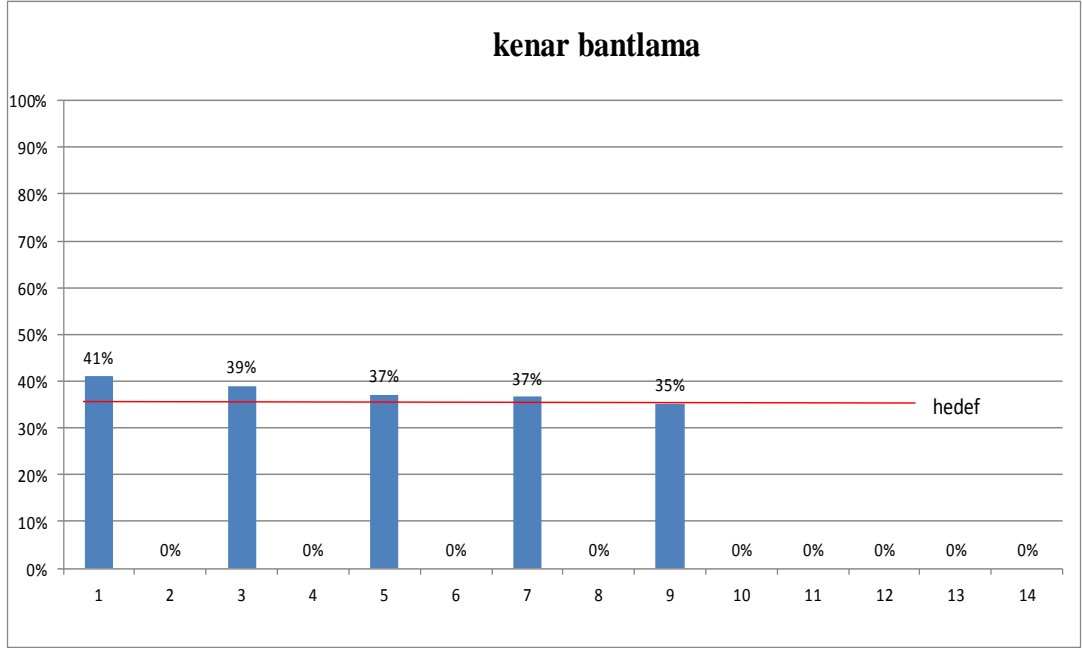
Şekil 3.7: Haftalık TEE takip grafiği (sıcak pres).

TEE, ekipmanları bağımsız olarak değerlendirdiğinden tesiste düşük TEE değerine sahip bir ekipmanla karşılaşıldığında ekipmanın belirlenen hedefi, haftalık yada aylık incelemelerde nasıl hareket edilmesi gerektiği hakkında fikir verebilmektedir.

Şekil 3.8’de görüldüğü gibi Kenar bantlama ekipmanının TEE ‘si %36 civarında düşük bir değere sahiptir. Ancak hedef TEE değeri ile karşılaştırıldığında ekipmanın kendisinden beklenen etkinliği ortaya koyduğu görülmektedir. Bu durumda ekipmanın mevcut durumu, bir iyileştirme faaliyetinde bulunulmasına gerek olmadığını göstermektedir. Böylelikle TEE hedefleri, ekipman ile ilgili alınacak kararlarda referans olma özelliği ile tesis sorumlularına fikir vermektedir.

| kenar bantlama | | | | | |
|----------------|----------------------------|------------|---------------------|-----|-------------|
| | Kullanım (Availability) | Performans | Kalite (Quality) | TEE | operatorler |
| PARTESİ | 76% | 54% | 100% | 41% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| SALI | 71% | 55% | 100% | 39% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| CARSAMBA | 65% | 57% | 100% | 37% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| PERSEMBE | 69% | 53% | 100% | 37% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| CUMA | 72% | 49% | 100% | 35% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| CUMARTES | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| PAZAR | 0% | 0% | 0% | 0% | |
| | 0% | 0% | 0% | 0% | |

| | |
|----------------------|-----|
| çalışılan vardiya | 5 |
| Hafta TEE ortalaması | 38% |
| hedef | 36% |



Şekil 3.8: Haftalık TEE takip grafiği (kenar bantlama).

3.3.2 Önerilen Metot ile Ekipman Seçimi

KOBİ'ler için ekipmanların ayrı ayrı etkinliklerini arttırmaktan ziyade öncelikli olarak hattın üretkenliğini artırma söz konusu olduğundan, önerilen metot ile iyileştirme çalışmalarının hattaki darboğaz ekipmana yönlendirilmesi sağlanmıştır.

Çalışmada elde edilen TEE ve üretim verilerinden faydalanılarak daha önceden tayin edilen ekipman hedefleri ile gerçekleşen değerler karşılaştırılmıştır. Önerilen metot aracılığıyla gerçekleştirilen işletme analizi sürecinin son aşamasında elde edilmek istenilen sonuca ulaşılmış ve ekipman seçimi için gerekli veriler bir araya getirilmiştir.

Tablo 3.5'te ekipmanların analizi sonucu hat dengeleme yapılabilmesi için, hat üzerinde iyileştirme çalışmalarının ve küçük grup aktivitelerinin kanalize olması gerekli olan ekipman tespit edilmiştir.

Tablo 3.5: Analiz edilen dört ekipmanın hedefleriyle karşılaştırılması.

| SİPARİŞLER (İstasyonların tümüne aynı siparişler yüklendi) | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8889 | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8890 | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8891 | 8793, 8849, 8852, 8853, 8857, 8879, 8888, 8892 | AÇIKLAMA |
|---|---|---|---|---|--|
| | EKİPMANLAR | | | | |
| | PRES | DOPEL | KENAR BANTLAMA | KİLİT AÇMA | |
| (adet) (i) İşyükü | 6166 | 6166 | 5549 | 5549 | Üretim Planlama Departmanı tarafından verilen iş yükleri |
| (adet) (Vk) Teorik kapasite | 350 | 600 | 760 | 360 | Bir vardiyadaki kapasiteyi ifade eder, kapasite hesaplamaları ile bulunacak |
| (iş günü) (Vt) Vardiya sayısı | 17,6 | 10,3 | 7,3 | 15,4 | Teorik kapasiteye göre iş yükünü tamamlaması için çalışması gereken vardiya sayısı |
| (%) (TEEh) Hedef | 85 | 49,6 | 35,2 | 74,4 | Hedef TEE değerleri |
| (iş günü) (Vh) Vardiya hedefi | 20,7 | 20,7 | 20,7 | 20,7 | Hedeflenen Vardiya sayısı |
| (%) (TEE) Gerçekleşen | 78,1 | 49,8 | 36,5 | 64,7 | Gerçekleşen TEE değerleri |
| (iş günü) (Vp) Gerçekleşen vardiya | 22,56 | 20,6 | 20,00 | 23,8 | Gerçekleşen vardiya sayısı |
| (σ) Hedeften sapma | 1,8 | -0,1 | -0,7 | 3,1 | Vardiya bazında hedeften sapma miktarı |
| | 8,1% | -0,4% | -3,6% | 13,0% | TEE bazında hedeften sapma oranı |

Tablo 3.5'de görüldüğü üzere en düşük TEE değerine sahip ekipman %36,5 ile Kenar bantlama makinesidir.

Normalde işletmeler, en düşük TEE değerine sahip olan ekipmana darboğaz olabileceği ve üretimin toplam etkinliğini daha fazla düşürebileceğini varsayarak iyileştirme çalışmalarını yoğunlaştırabilmektedir. Hâlbuki bu ekipman her ne kadar en düşük TEE değerine sahipse de hattın darboğazı değildir.

Darboğaz olan ekipman; hedefi ile TEE değeri arasında en fazla uçurum bulunan ekipmandır. Bu nedenle TEE değeri en düşük olan “Kenar bantlama” yerine darboğaz olan “Kilit açma” ekipmanı üzerine çalışma yapmak ve bunun TEE değerini *belirlenen hedefe* yükseltmek için çözümler aramak daha önceliklidir.

Tablo 3.5 incelendiğinde Kilit açma ekipmanının hem üretim gerçekleştirdiği vardiya sayısı hem de gerçekleştirdiği TEE oranı hedeflenenden diğer üç ekipmana göre daha fazla sapma göstermiştir. Bu durum şunu göstermektedir;

Kendilerinden beklenen üretim etkinliği en düşük olan, dolayısıyla sipariş bazında diğerlerine göre daha yavaş olan ekipman *Kilit açma* ekipmanıdır. Böylece, sipariş bazlı üretimin hat üzerinde darboğazı olan ekipmanı belirlenmiştir. Önerilen metodun ulaştırmaya çalıştığı noktalardan biri de budur.

Bu aşamadan sonra yapılan, hattın üretkenliğini arttırabilmek için Kilit açma ekipmanının etkinliğini hedef TEE değerine ulaştırmak üzere iyileştirme ve küçük grup çalışmalarını başlatmak olmuştur. Ekipmanın hedef değeri bu noktada iyileştirme çalışmalarının ne seviyede olması gerektiğini ortaya koyacaktır.

Ekipmanın etkinliğinin iyileştirme çalışmaları ile belirlenen hedefin çok üzerine çıkartılması gereksizdir. Çünkü hedef TEE değeri, ekipmandan beklenen etkinlik düzeyini ifade etmektedir. Dolayısıyla ekipmanın etkinliğini bu seviyenin üzerine çıkarmak üzere sarf edilen çabalar gereksiz kaynak sarf edilmesine neden olacaktır.

Analizini gerçekleştirdiğimiz ahşap işletmesinde bakıma ayrılan yıllık bütçenin yalnızca 27.000TL olduğu düşünülürse doğru hedeflerle çalışmanın önemi bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Eğer iyileştirme takımı, darboğaz ekipmana yoğunlaşmayıp çalışmalarını ve kaynakları Kilit açma makinesi yerine Kenar bantlama makinesine yoğunlaştırsaydı bu ekipmanın TEE değerini bir sonraki döneme kadar ciddi oranda yükseltebilecekti ancak bu artışın hattın üretkenliğini arttırma fırsatı kaçırılmış olacaktı.

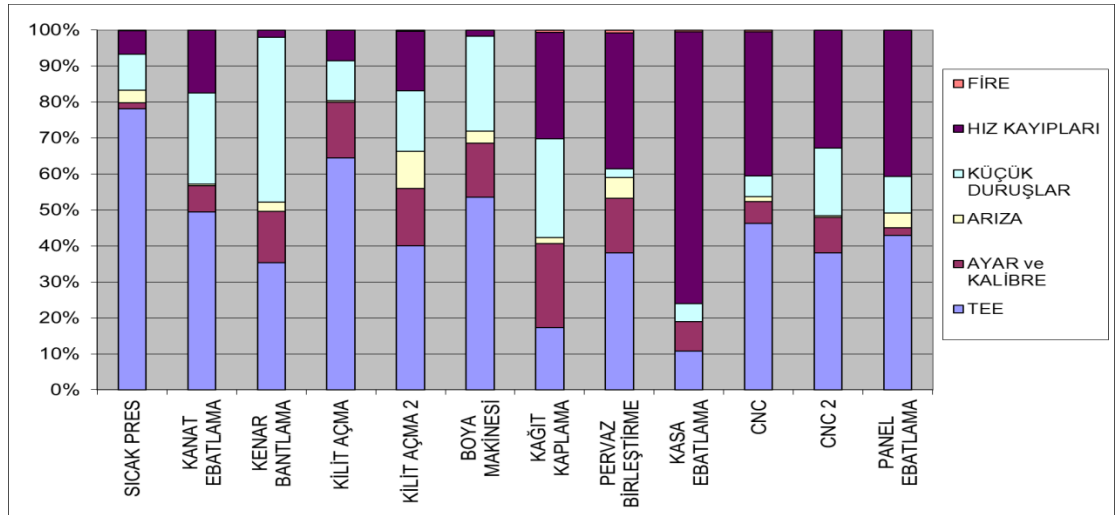
3.4 Altı Büyük Kayıp ile Ekipman İlişkisi

Kilit açma ekipmanında iyileştirme çalışmalarının başlayabilmesi için ekipmandaki Altı büyük kaybın tespit edilmesi ve sorunların kök nedenlerine ulaşılması gerekmektedir.

Önceki bölümlerde ifade edildiği gibi kayıpların Altı büyük kayıpla ilişkilendirilmesi ile insan, ekipman ve üretim işleyişinin kayıplarda ne gibi etkileri olduğunu ortaya koyulabilmektedir.

Bu çerçevede şekil 3.9 incelendiğinde Kilit açma ekipmanının en fazla *ayar ve kalibreden* dolayı kayıp yaşadığı sonrasında ise yoğunlukla *küçük duruş* ve *hız kayıpları* yaşadığı görülmektedir.

Kilit açma ekipmanının *ayar ve kalibreden* neden bu kadar fazla etkilendiğinin ortaya çıkarılması gerekmektedir.



Şekil 3.9: Ekipmanların altı büyük kayıp ve TEE ilişkisi.

(EK C)'de ekipmanların üç aylık duruş ve kayıplarının altı büyük kayıp ile ilişkilendirildiği tablo yer almaktadır.

3.5 Kayıplara Karşı Takım Oluşturma

Üç aylık süre sonunda Kilit açma ekipmanının TEE analizleri tamamlandıktan sonra belirlenen en büyük 3 kayıp olan *ayar ve kalibre*, *küçük duruşlar* ve *hız kayıpları* oluşturulacak bir iyileştirme takımı tarafından ele alınmıştır. Bu takım için kayıpların nedenlerinin ortaya çıkarılması ile önlem ve çözümlerin belirlenebilmesi ve uygulanması için bir sonraki analiz dönemine kadar (yani 3 aylık bir süre) takvime alınmıştır.

TVB küçük grupları olarak bilinen takımlar, işletmenin TVB hedefleri göz önünde bulundurularak hareket ederler. Ichikawa (1994:351-362), bu grupların kalite çemberleri ile arasındaki farklılığı ortaya koyarak, küçük grupları tablo 3.6'daki gibi ifade etmiştir.

Tablo 3.6: Kalite çemberleri ve TVB küçük grupları (Ichikawa, 1994:351-362).

| | | Kalite Çemberleri | TVB Küçük Gruplar |
|---|----------------------------|--|--|
| Organizasyondaki konumu | | Sabit organizasyonla ilişki yok (gayri resmi organizasyon) | Sabit organizasyonun içine kurulur (resmi organizasyon) |
| Lider | | Ekibin içinden seçilir | Müdürler ve uzmanlar |
| Grup aktiviteleri için zamanlama | Çalışma saatleri süresince | İzin verilmez | Uzmanların izniyle onaylanır |
| | İşten sonra | Mesai ücreti verilmez | Uzmanın izniyle karşılığı ödenir (mesai/tatil ücreti, vb.) |
| Konular ve hedefler | | Ekip üyelerince serbestçe belirlenir | Şirket/tesis amaçlarına göre olmalıdır |

Küçük gruplarda (takımda), bir lider ve 3 takım oyuncusu bulunmaktadır. Mühendisler arasından seçilen takım oyuncuları, çalışmalarını rapor olarak sunmuş ve önerilerini uygulamaya koymuştur.

Takım, üç aylık süreç sonunda yapılan TEE analizi sonucu hedeften en çok oranda sapsmış olan ekipmanın tespit edilmesiyle, ilgili ekipmanın başındaki panoda bulunan grafik ve bilgilerden de faydalanarak iyileştirme çalışmalarını başlatmıştır. İyileştirme çalışmaları için ayrılan kısıtlı bütçe ile *gizli kusurların* ortaya çıkarılması ve arzu edilen sonucun elde edilmesi için çalışmalar hassas bir şekilde sürdürülmüştür.



Şekil 3.10: Kilit açma makinesi.

İşletmedeki iyileştirme çalışmaları ekipmanın tüm kayıplarını değil, %9,7 seviyesinde hedeften sapmasına neden olan kayıpları bertaraf edecek şekilde kanalize edilmiştir. Bu nedenle, makinenin sık sık elektronik olarak hata vermesi ve küçük

duruşlara neden olması sorunu üzerine gidilmiştir. Yapılan inceleme ve dışarıdan alınan bakım desteğiyle sorunun, ekipmanın parça işleme esnasında çıkardığı talaşların devreleri tıkamasıyla ilgili olabileceği saptanmıştır. Çıkan talaşların toplanması işlemi, tesisin merkezi toz emme sisteminin ekipmana bağlanması ile yapılmaktadır. Takımın gerçekleştirdiği inceleme sonrası ekipmana bağlı toz emme bağlantılarının yetersiz olduğu ve bir kısmının ise bağlı olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada bazı emme hortumlarının ekipmanın robot bıçaklarının hareketi ile yırtıldığı için operatörleri tarafından çıkarıldığı belirlenmiştir. Bu durum üzerine ekipmanın üst kısmında bulunan emiş ağzından çekilen hortum, robot bıçak üzerine daha gergin olacak şekilde bağlanarak hortumun bıçağın önüne düşmesi engellenmiştir. Böylelikle toz emiş verimi artırılarak hem ortama salınan toz miktarı azaltılmış hem de bu nedenle yaşanan küçük duruşların önüne geçilmiştir.

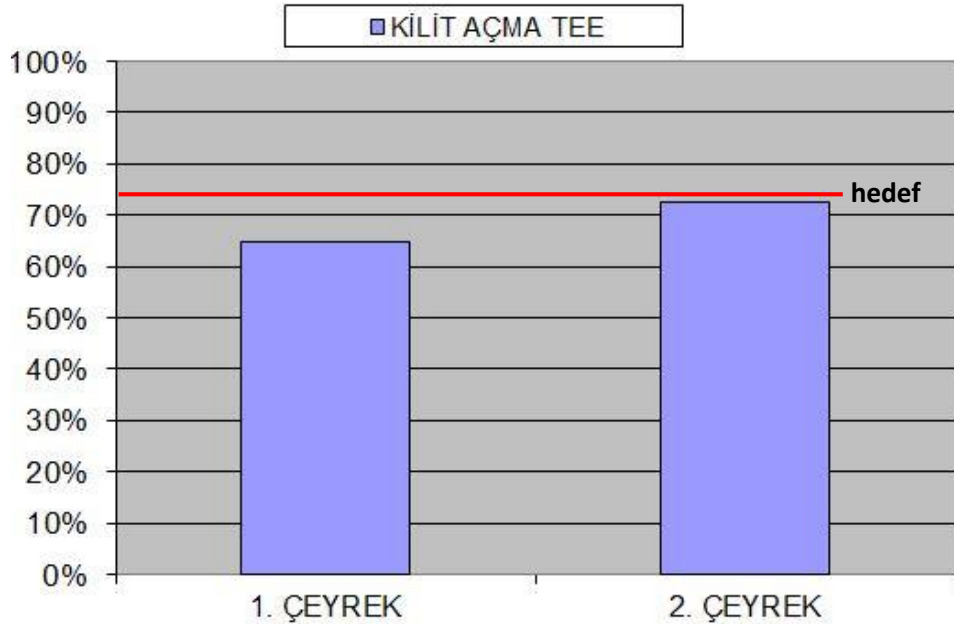
Bir diğer çalışma ise ekipmanın hız kayıpları ve ayar kayıpları üzerine olmuştur. Önerilen ekipman bilgisayar destekli bir ekipman olması nedeniyle üretilecek parçanın ölçü ve koordinatlarının operatör tarafından bilgisayara detaylı bir şekilde girilmesi gerekmektedir. Bu süreçteki gizli kayıpların ortaya çıkarılabilmesi için ekipman ve operatör bir müddet izlenmiş ve bazı bulgulara ulaşılmıştır. Buna göre operatör üretim programlamasını, çoğunlukla çok eski tarihte kayıtlı ayarlar üzerinden değiştirme yoluyla yapmaktadır. Bu durum, ayar değişikliklerinde gereksiz zaman kayıplarına ve bilgisayarın hata vermesine neden olmaktadır. Tespitler netleştikten sonra ekipmanın operatörü de çalışmaya dâhil ederek bilgisayara üretim ayar girişlerinin daha düzgün ve hızlı yapılabilmesi sağlanmıştır. Ayrıca, ekipman bıçaklarının parça üzerindeki işlemi esnasındaki sıraları ve izleyecekleri eksenler geliştirilerek ekipmanın daha kısa sürede parça işleme sağlanabilmiştir.

Bilindiği üzere, KOBİ'lerde iyileştirme çalışmaları kısıtlı kaynaklar dâhilinde gerçekleştirilmektedir. Uygulama yapılan işletmede bu kaynaktan finanse edilen bazı gider kalemleri şunlardır;

- Fazla mesai ücretleri,
- Ekipman servis bakım maliyeti,
- Arızalı parça değişim maliyeti,
- Ekipmana yapılan modifikasyon için gerçekleştirilen masraflar,
- Tespit ve deneme için ekipmanın üretim dışı çalışma maliyetleri.

3.6 İyileştirme Çalışmalarının Değerlendirilmesi

Üç aylık süre içinde küçük grup aktiviteleri ile iyileştirmeler yapılmış ve iyileştirme yapılan makinenin TEE'si izlenmiştir. En sonunda TEE değişim değerleri grafik üzerinde karşılaştırılmıştır. Şekil 3.11'deki grafikte görüldüğü gibi ekipmanın TEE değerinde iyileştirme çalışmaları öncesi ve sonrasında anlamlı bir fark mevcuttur. İlk aşamada %64,7 olan Kilit açma ekipmanının TEE değeri, gizli kayıpların tespit edilmesi ve gerekli iyileştirmelerin yapılmasının ardından %72,4 seviyesine vararak 7,7 puanlık bir artış göstermiştir. Böylelikle, hattın darboğazı olan *Kilit açma* ekipmanının etkinliği artırılmış ve asıl önemlisi *hattın verimliliği* de yükseltilmiştir. Artık hattın en yavaş ekipmanı, kendisinden beklenen üretkenliğe yani hedef TEE değeri olan %74,4'e oldukça yaklaşmıştır.



Şekil 3.11: Kilit açma ekipmanı iyileştirme öncesi ve sonrası TEE değerleri.

Ekipman seçimi aşamasındaki iş yükünü göz önünde bulundurarak Kilit açma ekipmanının yeni TEE değeriyle önceki TEE değeri basit TEE hesabı ile karşılaştırılıp şu sonuca ulaşılmıştır;

Önceki vardiya üretim süresi = 23,8 vardiya,

Yeni TEE ile vardiya üretim süresi = $15,4 \times 100 / 72,4 = 21,3$ (Denklem 3.1)

Vardiya üretim süresindeki azalma (fark) = $23,8 - 21,3 = 1,5$ (Denklem 3.2)

Vardiya üretim süresindeki azalma (yüzde) = $1,5 \times 100 / 23,8 = \%6,3$ (**Denklem 3.3**)

Kilit açma ekipmanının yapılan hesaplama ile önceki durumuna kıyasla üretimi 1,5 vardiya daha erken tamamlayabilmektedir. Daha da önemlisi darboğazı konumunda bulunduğu hattın, üretimini tamamlamama süresi 1,5 vardiya azalmıştır.

Böylelikle, işletmenin bakım işleri için kaynak olarak ayırdığı 27.000 TL bütçe ve iyileştirme çalışmaları, kapı kanadı üretim hattının üretim tamamlama süresini %6,3 oranında azaltmıştır. Harcanan kaynak ve işçilik işletmeye, hattın üretkenliğinin yaklaşık üç aylık bir sürede %6,3 oranında artması şeklinde geri dönmüştür. Bu çerçevede işletme artık bu hatta üretilen siparişler aldığında müşterilerine termin tarihini %6,3 oranında daha kısa verebilecek ve faaliyet gösterdiği sektörde önemli bir rekabet avantajı elde etmiş olacaktır.

Öte yandan, elde edilen 7,7 puanlık TEE artışının Kilit açma ekipmanı yerine en düşük TEE değerine sahip Kenar bantlama ekipmanına kazandırılmış olduğu ele alınırsa daha farklı bir tabloyla karşılaşılacağı düşünülmektedir. Kenar bantlama ekipmanı her ne kadar en düşük TEE değerine sahip olsa da hat içerisinde kendisinden beklenen üretkenlikten fazla bir performans göstermiştir. Bu çerçevede, Kenar bantlama ekipmanının kendisinden beklenen TEE değerinden zaten %3,6 (bkz. Tablo 3.5) daha iyi bir etkinlik göstermiştir. Bu nedenle, Kenar bantlama ekipmanının TEE değeri 7,7 puan artmış olsa bu etkinlik artışı kapı kanadı üretim hattının değil yalnızca ekipmanın kendi etkinliğini geliştirmiş olacaktır. Dolayısıyla, hat içinde darboğaz olmayan bu ekipmanın TEE değerindeki artış, hat verimliliği dikkate alındığında çok anlamlı olmayacaktır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bir işletmenin vizyonunda *dünya markası büyük bir firma olabilmek* yer alıyorsa işletme içerisindeki tüm faaliyetlerini sürekli iyileştirmelidir. Kendini sürekli yenileyen ve geliştiren işletmelerde, üretim süreçleri de yeni teknolojik yatırımlar kapsamında payına düşeni almaktadır. Ancak bu tek başına yeterli değildir. Bunun yanında kendini sürekli geliştiren bir üretim yönetim sistemine adapte olunmalıdır. Özellikle KOBİ'ler, büyük işletmelerin başarıya ulaştığı TVB gibi sistemleri uygulamaya çalışmakta ancak birçok sorunla karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu noktadan hareketle, TVB'nin bir tekniği olan TEE'nin KOBİ'lere uyarlanmasını kolaylaştıracak yeni bir metot önerilmiştir.

Önerilen metotta süreç, üretim planlama departmanından belirlenen bir hatta ait verilerin alınması ve darboğaz ekipmanın tespiti ile başlamıştır. Akabinde önerilen yeni yöntemle ekipmanlara ait TEE hedefleri belirlenmiştir. Belirli bir süreç sonrası ekipmanların TEE değerleri ve Altı büyük kaybı belirlenmiştir. Üretim süreci sonrası hattın darboğazı olduğu ortaya çıkan ekipman, işletmedeki küçük grupların iyileştirme faaliyetleri ile belirlenen TEE hedefine ulaştırılmaya çalışılmıştır. Bunun yanında hattaki diğer ekipmanlar da süreç içerisinde kısa zaman dilimlerinde takip edilerek belirlenen hedeflerini ne derecede tutturabildikleri izlenmiş ve hızlı çözümler aranmıştır.

Çalışmada önerilen metotla, darboğaza neden olan ekipmanlar bir süreç sonunda ekarte edilebilirse artık tüm ekipmanların hedefleri aşama aşama yükseltilebilir. İşletmede devam eden sürekli iyileştirme çalışmaları ile üç aylık periyotlarda hedefler arttırılır ve yaklaşık üç-dört yıl gibi bir sürede tüm ekipmanlar Dünya klasmanı tabir edilen %85'lik TEE seviyelerine ulaştırılabilirler.

Bu analizi yaparak çalışmalarını bu şekilde yönlendiren KOBİ'ler hem kısıtlı kaynaklarını hangi ekipmana yöneltmeleri gerektiğini tespit edebilir hem de

darboğaz ekipmandaki kayıpları bertaraf ederek üretim hatlarının verimliliğini arttırabilirler. Bunun yanında belirlenen hedefler ile ekipmanların TEE değerlerinin, kontrollü bir şekilde izlenebilmesi mümkün olmaktadır.

Önerilen yöntem ahşap kapı üreten bir işletmede kapı kanadı üretim hattında uygulanmış ve hat üzerindeki ekipmanlar bu kapsamda incelemeye alınmıştır. Ulaşılan noktada, hattın üretkenliğini arttırmak için hedeflerle seçilen ekipman, klasik yaklaşımla iyileştirilmesi önerilen en düşük TEE değerindeki ekipman olmamıştır. Bunun yerine, önerilen yöntem kullanılarak hedef TEE değerinden en çok sapan ekipman iyileştirilmek üzere seçilmiştir. Bu noktada önerilen metot ile literatürdeki klasik anlayışın dışına çıkılarak ekipmanları bağımsız olarak değil bir hattın parçası olarak değerlendirilip hattı en çok yavaşlatan ekipmana iyileştirme yapılması gerektiği ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalar, hattın darboğazı olan bu ekipmana gerçekleştirilen iyileştirme faaliyetleri neticesinde hem ekipmanın kendi etkinliğinin hem de hattın üretkenliğinin arttığını göstermiştir. Böylelikle harcanan kaynaklar KOBİ'ye üretkenlik olarak geri dönmüştür.

Gerçekleştirilen işletme analizinde, TEE'de hedeflerle çalışma ile elde edilen faydaları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Klasik TEE'de ekipmanlar arasında kıyaslama yapılamazken hedef belirleme metodu hattaki ekipmanlar arasında değerlendirme yapma fırsatı sunmuştur,
- Ekipmanların, Dünya klasmanındaki hedef olan %85-90 TEE seviyelerine değil öncelikle bulunduğu hattın üretkenliğini arttıracak TEE hedefine ulaşması sağlanmıştır,
- İşletmenin kısıtlı kaynakları hattın üretkenliğini arttıracak ekipmana yönlendirilmiştir,
- Ekipmanlara, Altı Büyük Kayıptan TEE hedefinin gerektirdiği oranda kayıp için iyileştirme çalışmaları yapılmıştır,
- Ekipmanlar için belirlenen hedef TEE değerleri, hesaplanan haftalık veya aylık TEE yüzdelerinin değerlendirilmesinde önemli bir kriter olmuştur,
- Üretim hattının tamamı göz önüne alındığında TEE değeri düşük olan ancak belirlenen hedefi tutturamayan ekipmanlara, yapılacak gereksiz iyileştirme çalışmalarının önüne geçilmiştir.

TEE'nin uygulamada işletmeden işletmeye farklılık gösterdiği gerçeği üzerinden yola çıkarak, literatürdeki yöntemlerin ve önerilen bu yeni metodun da her

işletme için uygun bir yöntem olduğu söylenemez. Ancak, nerilen bu yöntem kısıtlı bakım kaynakları olan KOBİ’ler tarafından rahatlıkla uygulanabilecek bir yöntemdir.

Bu alışma üzerinden yeni işletme analizleri gerçekleştirecek olanların sağlıklı sonuçlar elde edilebilmesi açısından, eldeki kaynaklar yeterliyse hedef belirleme ve ekipman seçimi sürecini tesisteki tüm hatları ortaya çıkararak ayrı ayrı yapmaları önerilmektedir. Elbette bunun için daha kapsamlı ve uzun soluklu bir çalışmaya ihtiyaç duyulacaktır. Ancak bu şekilde tüm tesisteki ekipmanlar arasından öncelikle iyileştirilmesi gerekli olan ekipman belirlenmiş olacaktır.

KAYNAKÇA

- Almeanazel, O. T. (2010). Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 517-522.
- Andersson, C., ve Bellgran, M. (2011). Managing Production Performance with Overall Equipment Efficiency (OEE) – Implementation Issues and Common Pitfalls. *Wisconsin University Journal*, 57-74.
- Arslan, B. (2008). Overall equipment effectiveness (OEE) implementation: A case study. Erişim tarihi: 8 Temmuz 2013
<http://libris.bahcesehir.edu.tr/dosyalar/Tez/071489.pdf>
- Arslan, B. (2013, Ağustos 8). TEE için Veri Toplama. *Schneider Electric*. İstanbul: (M. F. Yaşın, Röportaj Yapan).
- Burton, T. T., ve Boeder, M. (2003). *Lean Extended Enterprise : Moving Beyond the Four Walls to Value Stream Excellence*. Florida: J. Ross Publishing, Inc.
- De Ron, A. J., ve Rooda, J. E. (2005). OEE and equipment effectiveness: an evaluation. *International Journal of Production Research*, 1-16.
- Elevli:, Özcan, G., ve Şipal, D. (2005). Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde Toplam Ekipman Etkinliğinin Belirlenmesinde Yaşanan Güçlükler. *MakinaTek*, 8, 113-128.
- Fuss & O'Neill Manufacturing Solutions. (2013). *Fuss & O'Neill*. (J. Kravontka, Dü.) Erişim tarihi: 5 Nisan 2013,
<http://www.fando.com/documents/File/SinglePointLesson/spl5.pdf>
- Gaboury, P., Paccard, D., Killeen, D. (2001). Managing, measuring and improving equipment capacity and overall equipment efficiency (OEE) using iPLUS. *Semiconductor Manufacturing Symposium, 2001 IEEE International*, 25-28.
- Geniş, U. O. (2007). Bir Üretim İşletmesinde Toplam Verimli Bakım Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya.
- Ichikawa, A. (1994). TPM Small-Group Activities. Suzuki, T. (Ed.), *TPM In Process Industries* (ss.351-362). Portland: Productivity Press.

- Kalkınma Bakanlığı. (2006). *Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013)*. Ankara: Resmi Gazete.
- Karlöf, B., Lövingsson, F. (2005). *A to Z of Management Concepts & Models*. London: Thorogood Publishing.
- Konopka, J., Trybula, W. (1996). Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Cost Measurement. *Electronics Manufacturing Technology Symposium*. Sematech, 137-140.
- Leachman, R. C. (2002). Closed-Loop Measurement of Equipment Efficiency and Equipment Capacity. Berkeley, California.
- McCarthy, D., ve Rich, N. (2004). *Lean TPM : A Blueprint for Change*. Oxford: Elsevier Science & Technology.
- Miyoshi, A. (1994). Maximizing Production Effectiveness. Suzuki, T. (Ed.), *TPM In Process Industries* (ss. 21-44). Portland: Productivity Press.
- Nakajima: (1988). *Introduction To TPM*. Portland: Productivity Press.
- Nakazato, K. (1994). Focused Improvement. Suzuki, T. (Ed.), *TPM In Process Industries* (ss. 45-86). Portland, Oregon: Productivity Press.
- Oechsner, R., Pfeffer, M., Pfitzner, L., Binder, H., Muller, H., Vonderstrass, T. (2003). From overall equipment efficiency(OEE) to overall Fab. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 333-339.
- OKA. (2013). *Ağaç Ürünleri ve Mobilya Sektör Raporu*. Samsun: OKA.
- Pintelon, L., Muchiri, P. (2008). Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness (OEE): Literature Review and Practical Application Discussion. *International Journal Production Research*, 46(13), 3517-3535.
- Pomorski, T. (1997). Managing overall equipment effectiveness [OEE] to optimize factory performance. *Semiconductor Manufacturing Conference Proceedings*. San Francisco, CA: IEEE International Symposium on, A33-A36.
- Resmi Gazete. (2006, Kasım 18). Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin Tanımı, Nitelikleri ve Sınıflandırılması Hakkında Yönetmelik. Ankara.
- Robinson, C. J., Ginder, A. P. (1995). *Implementing TPM*. Portland: Productivity Press.
- Suzuki, T. (1994). Overview of TPM in Process Industries. Suzuki, T. (Ed.), *TPM In Process Industries* (ss.1-20). Portland, Oregon: Productivity Press.
- Tazegün, A. (2009). Toplam Verimli Bakım ve Çimento Sektöründe Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne.

- Temiz, İ., Atasoy, E., Sucu, A. (2010). Toplam Ekipman Etkinliği ve Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, 12(4), 49-60.
- Tiryakioğlu, U., Utaş, T., Savaş, H. (2009). *Toplam Verimli Yönetim "TPM"*. İstanbul Sanayi Odası. İstanbul: Mürettebat Reklamcılık.
- Tsarouhas, P. G. (2011). Evaluation of Overall Equipment Effectiveness in the Beverage Industry: A Case Study. *International Journal of Production Research*, 51(2), 515-523.
- Wang, F. K., Lee, W. (2001). Learning Curve Analysis in Total Productive Maintenance. *Omega*, 491-499.
- (2013), İmalat Sanayi Kapasite Kullanımı. Ankara: Merkez Bankası. İstatistik Genel Müdürlüğü.
- (2013), Mobilya Sektörü Raporu 1. Ankara: Sanayi Genel Müdürlüğü

EKLER

Ek A-TEE Kurulum Hazırlığı

| | | |
|-------------------|---------------------------------|----|
| Tablo A.1: | Zaman etüdü çalışma formu | 89 |
| Tablo A.2: | Örnek bir üretim formu | 90 |

Ek B-Üretimi Yapılan Ürünün Detayı

| | | |
|-------------------|--|----|
| Şekil B.1: | Ürün teknik detayları | 91 |
| Şekil B.2: | Firma standart ürün gamı örnekleri | 92 |

Ek C-TEE Analizleri

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tablo C.1: | Ekipmanların üç aylık duruş süreleri..... | 93 |
| Tablo C.2: | Ekipmanların altı büyük kayıpları | 94 |

Ek A-TEE Kurulum Hazırlığı

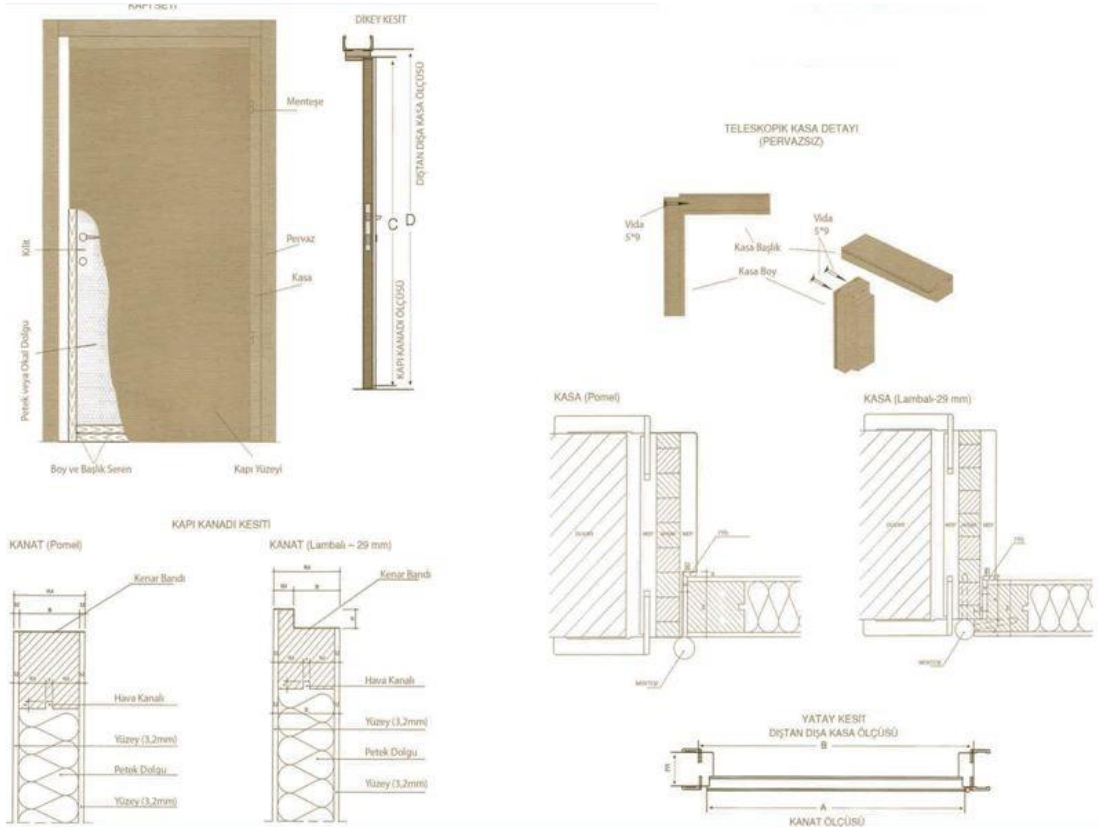
Tablo A.1: Zaman etüdü çalışma formu.

| Adım | Aktivite tanımı | Aktivite türü | Ek bilgiler | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------|------------------------------|---------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tek pervaz | Panel ebatlama-Pervaz kesim | TEE | | 4,6 | 4,6 | 4,7 | 4,4 | 4,6 | 4,6 | 4,5 | 4,6 | 4,6 | 4,4 |
| Kanat | CNC Cam yeri | TEE | Yarım cam | 160 | 166 | | | | | | | | |
| Kasa | CNC Kasa karşılık | TEE | Topuz kilit | 35,1 | 34,3 | 35,2 | 35 | 38,4 | 31,6 | 39,1 | 32,4 | | |
| Kanat | CNC Cam yeri | TEE | Boy cam | 192 | 206 | 226 | 190 | 180 | 203 | 209 | 175 | 182 | 190 |
| Tek yüzey | Panel ebatlama Laminat kesim | TEE | İki operatör | 29,5 | 15 | 29,3 | 13,6 | 20 | | | | | |
| Tek yüzey | CNC Pantograf | TEE | 14m Pantograf | 216 | 227 | 216 | 220 | 220 | 222 | 221 | 221 | 224 | 218 |
| | Çift baş kesme Kasa başlık | TEE | | 27,5 | 28,6 | 28,1 | 27,3 | 24,7 | 25,8 | 27,8 | 28,7 | 25,5 | 27,3 |
| Tek yüzey | Panel ebatlama Panelli yüzey | TEE | | 9,9 | 9,8 | 9,5 | 9,5 | 7,9 | 8,2 | 8,3 | 8,1 | 9 | 7,8 |
| 1 Adet | Boya makine cıtası | TEE | Yarım cam | 7,3 | 7,2 | 7,3 | 7,3 | 7,1 | 7,3 | 7,3 | 7,2 | 7,3 | 7,3 |
| | Boya makinası Pervaz | TEE | Tek pervaz | 3 | 3 | 3,3 | 3 | 3,1 | 3 | 2,73 | 2,73 | 2,73 | 2,73 |
| x2 | Boya makinesi Kasa boy | TEE | Tek geçiş | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 |
| x2 | Boya makinesi Kasa başlık | TEE | Tek geçiş | 13,37 | 13,37 | 13,25 | 13,37 | 13,37 | 13,37 | 13,37 | 13,37 | 13,37 | 13,25 |
| | Kasa Ebatlama Kasa kesim | TEE | Tek kasa | 26 | 26 | 25 | 23 | 29 | 23 | 23 | 26 | 26 | 23 |
| Petekli | Doppel 80'lik kanat | TEE | | 13,9 | 14,7 | 14,8 | 15,2 | 14,6 | 14,7 | 14,8 | 14,2 | | |

Tablo A.2: Örnek bir üretim formu.

| SICAK PRES GÜNLÜK ÜRETİM FORMU | | | | OPERATÖR : | | | | TARİH : | | BAŞLAMA | | BİTİŞ | | |
|--------------------------------|-------------|------------|-------------|------------------|------------|-------------|-----------|-------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------|------|--|
| | | | | | | | | VARDİYA : | | | | | | |
| BAŞLAMA SAATI | BİTİŞ SAATI | İŞ EMRİ NO | SİPARİŞ ADI | ÖLÇÜ | ÜRETİM | | | ÇATKI ÖLÇÜSÜ (mm) | KULLANILAN SEREN BİLGİSİ | MAKİNE DURUŞ VE ÇALIŞMA KOŞULLARI | | | | |
| | | | | | UYGUN ADET | HATALI ADET | HATA KODU | | | DURUŞ KODU | SÜRESİ | DURMA NEDENLERİ | KODU | |
| | | | | | | | | | | | AYAR | | 1 | |
| | | | | | | | | | | | BAKIM | | 2 | |
| | | | | | | | | | | | DENEME YAPMA | | 3 | |
| | | | | | | | | | | | DİĞER | | 4 | |
| | | | | | | | | | | | ELEKTRİK ARIZASI | | 5 | |
| | | | | | | | | | | | ELEKTRİK KESİNTİSİ | | 6 | |
| | | | | | | | | | | | MALZEME KALİTESİZLİĞİ | | 7 | |
| | | | | | | | | | | | MALZEME BEKLEME | | 8 | |
| | | | | | | | | | | | MEKANİK ARIZA | | 9 | |
| | | | | | | | | | | | OPERASYON DEĞİŞİKLİĞİ | | 10 | |
| | | | | | | | | | | | ROLER(YER) YETERSİZLİĞİ | | 11 | |
| | | | | | | | | | | | TEMİZLİK | | 12 | |
| | | | | | | | | | | | ÖN PRES ARIZASI | | 13 | |
| | | | | | | | | | | | SICAKLIK DÜŞMESİ | | 14 | |
| | | | | | | | | | | | TUTKALLAMA PROBLEMİ | | 15 | |
| Açıklama : | | | | | | | | ÇALIŞMA KOŞULLARI | | DEĞER | | HATA NEDENİ KODU | | |
| | | | | | | | | PRES SÜRESİ (sn) | | | | YÜZEY KAYMASI 1 | | |
| | | | | | | | | SICAKLIK (C°) | | | | DİĞER D | | |
| KONTROL EDEN | | | | ONAYLAYAN | | | | | | | | | | |
| Üretim Şefi | | | | Fabrika Müdürü | | | | | | | | | | |
| FR-081/01 | | | | | | | | | | | | | | |

Ek B-Üretimi Yapılan Ürünün Detayı



Şekil B.1: Ürün teknik detayları.



Şekil B.2: Firma standart ürün gamı örnekleri.

Ek C-TEE Analizleri

Tablo C.1: Ekipmanların üç aylık duruş süreleri.

| Makine | Bekleme Nedeni | Süre (Dakika) |
|----------------|---------------------------|---------------|
| SICAK PRES | AYAR | 505 |
| SICAK PRES | BAKIM | 115 |
| SICAK PRES | DİĞER | 250 |
| SICAK PRES | ELEKTRİK ARIZASI | 170 |
| SICAK PRES | ELEKTRİK KESİNTİSİ | 150 |
| SICAK PRES | MAKİNE ISINMASI | 35 |
| SICAK PRES | MALZEME BEKLEME | 750 |
| SICAK PRES | MALZEME KALİTESİZLİĞİ | 235 |
| SICAK PRES | MEKANİK ARIZA | 630 |
| SICAK PRES | OPERASYON DEĞİŞİKLİĞİ | 20 |
| SICAK PRES | SICAKLIK DÜŞMESİ | 285 |
| SICAK PRES | TEMİZLİK | 915 |
| KANAT EBATLAMA | AYAR | 1570 |
| KANAT EBATLAMA | BIÇAK DEĞİŞİMİ | 840 |
| KANAT EBATLAMA | BOYA DEĞİŞİMİ | 45 |
| KANAT EBATLAMA | ELEKTRİK ARIZASI | 30 |
| KANAT EBATLAMA | MALZEME BEKLEME | 45 |
| KANAT EBATLAMA | MEKANİK ARIZA | 195 |
| KANAT EBATLAMA | OPERASYON DEĞİŞİKLİĞİ | 60 |
| KANAT EBATLAMA | POMEL - LAMBA AYARI | 945 |
| KANAT EBATLAMA | TEMİZLİK | 65 |
| KENAR BANTLAMA | AYAR | 1255 |
| KENAR BANTLAMA | BAKIM | 120 |
| KENAR BANTLAMA | DENEME YAPILMASI | 40 |
| KENAR BANTLAMA | DİĞER | 60 |
| KENAR BANTLAMA | ELEKTRİK ARIZASI | 105 |
| KENAR BANTLAMA | MAKİNE ISINMASI | 1870 |
| KENAR BANTLAMA | MALZEME KALİTESİZLİĞİ | 35 |
| KENAR BANTLAMA | MEKANİK ARIZA | 330 |
| KENAR BANTLAMA | TEMİZLİK | 735 |
| KİLİT AÇMA | AYAR | 1280 |
| KİLİT AÇMA | BIÇAK DEĞİŞİMİ | 60 |
| KİLİT AÇMA | DENEME YAPILMASI | 20 |
| KİLİT AÇMA | DİĞER | 105 |
| KİLİT AÇMA | ELEKTRİK KESİNTİSİ | 35 |
| KİLİT AÇMA | MALZEME BEKLEME | 320 |
| KİLİT AÇMA | PROGRAM YAZMA | 15 |
| KİLİT AÇMA | ROLLER (YER) YETERSİZLİĞİ | 30 |
| KİLİT AÇMA | TEMİZLİK | 355 |

Tablo C.2: Ekipmanların altı büyük kayıpları.

| | | SICAK PRES | | KANAT EBATLAMA | | KENAR BANTLAMA | | KİLİT AÇMA | |
|-------------------------|------------------------------|----------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|
| AYAR | AYAR | 505 | 12% | 1570 | 41% | 1255 | 28% | 1280 | 58% |
| DENEME YAPMA | AYAR | | 0% | | 0% | 40 | 1% | 20 | 1% |
| DİĞER | KÜÇÜK DURUŞ | 250 | 6% | | 0% | 60 | 1% | 105 | 5% |
| ELEKTRİK ARIZASI | ARIZA | 285 | 7% | 30 | 1% | 225 | 5% | | 0% |
| ELEKTRİK KESİNTİSİ | ARIZA | 150 | 4% | | 0% | | 0% | 35 | 2% |
| MALZEME KALİTESİZLİĞİ | HIZ KAYBI | 235 | 6% | | 0% | 35 | 1% | | 0% |
| MALZEME BEKLEME | HIZ KAYBI | 750 | 18% | 45 | 1% | | 0% | 320 | 14% |
| MEKANİK ARIZA | ARIZA | 630 | 16% | 195 | 5% | 330 | 7% | | 0% |
| OPERASYON DEĞİŞİKLİĞİ | AYAR | 20 | 0% | 60 | 2% | | 0% | | 0% |
| ROLER(YER) YETERSİZLİĞİ | HIZ KAYBI | | 0% | | 0% | | 0% | 30 | 1% |
| TEMİZLİK | KÜÇÜK DURUŞ | 915 | 23% | 65 | 2% | 735 | 16% | 355 | 16% |
| BIÇAK DEĞİŞİMİ | AYAR | | 0% | 885 | 23% | | 0% | 60 | 3% |
| POMEL-LAMBA AYARI | AYAR | | 0% | 945 | 25% | | 0% | | 0% |
| BİLGİSAYAR ARIZASI | ARIZA | | 0% | | 0% | | 0% | | 0% |
| BOYA DEĞİŞİMİ | AYAR | | 0% | | 0% | | 0% | | 0% |
| KASA PERVAZ AYARI | AYAR | | 0% | | 0% | | 0% | | 0% |
| MAKİNE İSINMASI | AYAR | | 0% | | 0% | 1870 | 41% | | 0% |
| ÖN PRES ARIZASI | ARIZA | | 0% | | 0% | | 0% | | 0% |
| PROGRAM YAZMA | AYAR | | 0% | | 0% | | 0% | 15 | 1% |
| SICAKLIK DÜŞMESİ | KÜÇÜK DURUŞ | 320 | 8% | | 0% | | 0% | | 0% |
| | | 4060 | | 3795 | | 4550 | | 2220 | |
| | | | | | | | | | |
| A | SETUP BREAKDOWN | 0,048505 0,098395 | | 0,149292 0,009708 | | 0,240693 0,042207 | | 0,292553 0,007447 | |
| P | MINOR STOP REDUCED SPEED | 0,282691 0,187509 | | 0,51155 0,35415 | | 0,771533 0,033967 | | 0,20842 0,15858 | |
| Q | DEFECT | 0,0054 | | 0,0022 | | 0 | | 0,0015 | |
| 0,6225 | TEE 1-OEE | 0,781 0,22 | | 0,498 0,51 | | 0,365 0,67 | | 0,647 0,25 | |
| A | AYAR ve KALİB ARIZA | 0,017142 0,034774 | | 0,074144 0,004822 | | 0,148166 0,025982 | | 0,156546 0,003985 | |
| P | KÜÇÜK DURUŞ HIZ KAYIPLARI | 0,099907 0,066268 | | 0,254056 0,175885 | | 0,474942 0,020909 | | 0,111526 0,084857 | |
| Q | FİRE | 0,001908 | | 0,001093 | | 0 | | 0,000803 | |
| | | 1,001 | | 1,008 | | 1,035 | | 1,004716 | |

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Mehmet Fatih YAŞİN
Uyruğu: T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul 1984
Adres: TBMM Ankara
E-Posta Adresi: mfyasin@gmail.com
İletişim: 0312 420 58 92

EĞİTİM

Lisans: İstanbul Üniversitesi-Orm. Endüstri Mühendisliği-2005
Yüksek Lisans: Türk Hava Kurumu Üniversitesi-SBE-İşletme-2014

MESLEKİ DENEYİM

2007-2011 Mühendis ve Planlamacı / Özel Sektör
2011-Günümüz Milletvekili Danışmanı / TBMM

YABANCI DİL İngilizce