KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BORU İMALAT SEKTÖRÜNDE OPTİMAL ÜRETİM PLANLAMA YÖNTEMİNİN SENARYO ANALİZİYLE BELİRLENMESİ

Endüstri Müh. Merve ÇÖMLEKÇİOĞLU

KOCAELİ 2012

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

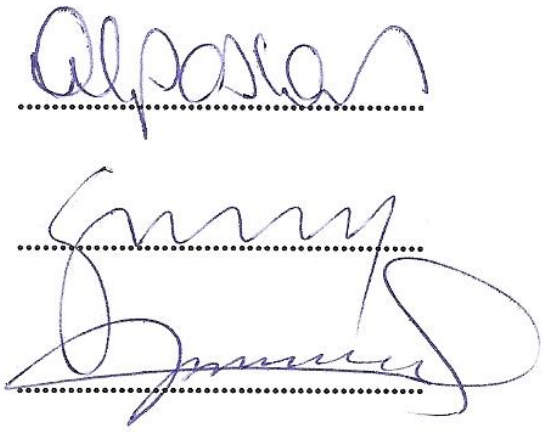
BORU İMALAT SEKTÖRÜNDE OPTİMAL ÜRETİM PLANLAMA YÖNTEMİNİN SENARYO ANALİZİYLE BELİRLENMESİ

Endüstri Müh. Merve ÇÖMLEKÇİOĞLU

Prof.Dr. Alpaslan FIĞLALI
Danışman, Kocaeli Üniv

Prof.Dr.Coşkun ÖZKAN
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv

Prof.Dr. Semra BİRGÜN
Jüri Üyesi, Beykent Üniv



Tezin Savunulduğu Tarih: 27.06.2012

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Müşteri zevk ve ihtiyaçlarının sürekli olarak değiştiği günümüzde, pazarların görünümü ve yapısı tüketiciler tarafından belirlenmekte, minimum maliyet günümüz rekabetinin temelini oluşturmaktadır. Çevresel faktörlerdeki değişimlere tepki vermek ve uyum sağlamak organizasyon yapısının dinamik olmasına ve üretim sürecinin esnekliğine bağlıdır. İşletmedeki esnek yapı arttıkça tüketici isteklerine daha hızlı yanıt verebilmek, hedef kitle ve pazarın korunup büyütülmesine sebep olmaktadır. Boru İmalat Sektöründe, Otomotiv ile yoğun çalışılmasından dolayı kalite ve müşteri odaklı olma ilkesi benimsenmiştir. Bu rekabetçi ortamda minimum maliyetlerle müşteri memnuniyetinin sağlanması zorunludur. Süreç karmaşık olduğundan bunun sağlanması basit yöntemlerle mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla, süreç değişik senaryolar ile analiz edilmiş ve maliyet ve zaman açısından en uygun olabilecek planlama önerilmiştir.

Bu çalışma esnasında değerli fikirleri ve tavsiyeleriyle bana yön veren sevgili hocam Sayın Prof. Dr. Alpaslan Fığlalı'ya, çalışmakta olduğum firmada yöneticim olan Sayın Emrah Özer'e, tüm çalışma boyunca bana destek olan değerli öğrenci arkadaşlarım Birtan Yavuz ve İbrahim Koç'a, her zaman yanımda olan aileme, arkadaşım Levent Sözen'e ve dostum Burcu Turan'a desteklerinden ötürü teşekkürlerimi sunuyorum.

Haziran-2012 Merve ÇÖMLEKÇİOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ v
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR vi
ÖZET vii
ABSTRACT viii
GİRİŞ 1
1. GENEL BİLGİLER 2
1.1. Üretim ve Üretim Sistemleri 2
1.2. Üretim Planlama ve Kontrol 6
1.2.1. Üretim planlama kavramı 6
1.2.2. Üretim planının hazırlanması 6
1.3. Çizelgeleme 8
1.3.1. Üretim çizelgeleme 8
1.3.1.1. Atölye tipi imalat sisteminde çizelgeleme 11
1.3.1.2. Akış tipi imalat sisteminde çizelgeleme 11
1.4. X Firmasının Tanıtımı 12
1.4.1. İşletmenin ürünleri 12
1.4.1.1. Dikişli hassas çelik borular 12
1.4.1.2. Otomotiv için özel borular 13
1.4.1.3. Diğer sektörler için özel borular 14
1.4.2. İşletme iş akış şeması 15
1.4.3. İşletme üretim limitleri 17
1.4.4. Stok ve hammadde malzeme planlama 18
1.4.4.1. Sac sipariş planlaması 18
1.4.4.2. Boru sipariş planlaması 20
1.4.5. Üretim Planlama 21
1.5. İşletmelerde Üretim Maliyetleri 23
1.5.1. Direkt ilk madde ve malzeme giderleri 24
1.5.2. Direkt işçilik giderleri 26
1.5.3. Genel üretim giderleri 27
2. ÜRETİM PLANLAMA YÖNTEMİNİN SENARYO ANALİZİYLE KARŞILAŞTIRILMASI 30
2.1. Mevcut Durum Planlama Analizi 31
2.2. Kilogram Bazlı Planlama 35
2.3. Metre Bazlı Planlama 41
2.4. Önem Ağırlıklı Planlama 47
3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 53
3.1. Müşteri Tatmini Açısından Değerlendirme 56

3.2. Stok Maliyetleri Açısından Değerlendirme 56
KAYNAKLAR 57
ÖZGEÇMİŞ..... 59

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Üretim süreci temel elemanları 2
Şekil 1.2. Endüstriyel üretimin sınıflandırılması 3
Şekil 1.3. Ürün değişkenliği ve üretim hacmine göre endüstriyel üretim sistemlerinin sınıflandırılması 4
Şekil 1.4. İmalat sistemlerinin yerleşim planlarına göre yapılan sınıflandırılması 5
Şekil 1.5. Üretim sistemleri bilgi akışı sürecinde çizelgeleme fonksiyonunun yeri 10
Şekil 1.6. İş akış şeması 15
Şekil 1.7. Örnek rulo stok alanı ve rulo sac 16
Şekil 1.8. Dilme operasyonu ve örnek dilinmiş bantlar 16
Şekil 1.9. Yüksek frekanslı boru kaynak makinası 17
Şekil 1.10. Yüksek frekanslı boru kaynak işlemi 17
Şekil 1.11. Sac temin ve tedariği şeması 19
Şekil 1.12. Boru temin ve tedariği şeması 20
Şekil 2.1. Ocak- Şubat- Mart- Nisan ayı mevcut durum gantt şeması 32
Şekil 2.2. Mayıs- Haziran- Temmuz-Ağustos ayı mevcut durum gantt şeması 32
Şekil 2.3. Eylül- Ekim- Kasım- Aralık ayı mevcut durum gantt şeması 33
Şekil 2.4. Mevcut durumda geciken sipariş sayıları gösterimi 34
Şekil 2.5. Ocak- Şubat- Mart- Nisan ayı kilogram bazlı planlama gantt şeması. 36
Şekil 2.6. Mayıs- Haziran- Temmuz- Ağustos ayı kilogram bazlı planlama gantt şeması. 37
Şekil 2.7. Eylül- Ekim- Kasım- Aralık ayı kilogram bazlı planlama gantt şeması 38
Şekil 2.8. Kilogram bazlı planlamada geciken sipariş sayıları gösterimi 40
Şekil 2.9. Ocak- Şubat- Mart- Nisan ayı metre bazlı planlama gantt şeması 42
Şekil 2.10. Mayıs-Haziran-Temmuz-Ağustos ayı metre bazlı planlama gantt şeması 43
Şekil 2.11. Eylül- Ekim- Kasım- Aralık ayı metre bazlı planlama gantt şeması 44
Şekil 2.12. Metre bazlı planlamada geciken sipariş sayıları gösterimi 46
Şekil 2.13. Ocak- Şubat- Mart- Nisan ayı önem ağırlıklı planlama gantt şeması 48
Şekil 2.14. Mayıs- Haziran- Temmuz- Ağustos ayı önem ağırlıklı planlama gantt şeması. 49
Şekil 2.15. Eylül- Ekim- Kasım- Aralık ayı önem ağırlıklı planlama gantt şeması 50
Şekil 2.16. Önem ağırlıklı planlamada geciken sipariş sayıları gösterimi 52

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Kaynak hatları üretim limitleri 17
Tablo 1.2. Kaynak hatlarında üretilen malzemede listesi 18
Tablo 1.3. Sac sipariş tablosu.....19
Tablo 1.4. İki ayrı dikişsiz boru siparişi.....21
Tablo 1.5. Haziran ayı kaynak yolu planı 22
Tablo 1.6. 80mm Kalıp planı 22
Tablo 2.1. Kaynak yolu 1 kalıplarının vardiyadaki üretim tonajları.....30
Tablo 2.2. Mevcut durum kalıplara göre 2011 yılında toplam üretilen miktar ve toplam vardiya süreleri 33
Tablo 2.3. Mevcut durumda geciken sipariş sayıları 34
Tablo 2.4. Kilogram bazlı planlamada kalıplara göre 2011 yılında toplam üretilen miktar ve toplam vardiya süreleri.....39
Tablo 2.5. Kilogram bazlı planlamada geciken sipariş sayıları.....40
Tablo 2.6. Metre bazlı planlamada kalıplara göre 2011 yılında toplam üretilen miktar ve toplam vardiya süreleri 45
Tablo 2.7. Metre bazlı planlamada geciken sipariş sayıları.....46
Tablo 2.8. Önem ağırlıklı planlamada kalıplara göre 2011 yılında toplam üretilen miktar ve toplam vardiya süreler..... 51
Tablo 2.9. Önem ağırlıklı planlamada geciken sipariş sayısı.....52
Tablo 3.1. Mevcut durum- Metre bazlı planlama-Kg bazlı planlamada üretim miktarlarının, vardiyaların ve frekansların karşılaştırılması.....54
Tablo 3.2. Mevcut durum- Metre bazlı planlama-Kg bazlı planlamanın stok ve maliyetlerinin karşılaştırılması 55

SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

D : Tahmini talep, (adet/gün)
N : Periyot sayısı, (gün)
P : Üretim miktarı, (adet)
S1 : Dönem başındaki stok düzeyi, (adet)
S2 : Dönem sonunda bulunması istenen stok, (adet)
Tij : i. işin j. makinedeki işlem süresi, (gün/adet)

Kısaltmalar

CC : Çelik Çekme Boru
CCR : Continuous Cold Rolled (Soğuk Sac)
DL : Dikişli Boru
HRP : Hot-Rolled Pickled (Sıcak-Asitli Sac)

BORU İMALAT SEKTÖRÜNDE OPTİMAL ÜRETİM PLANLAMA YÖNTEMİNİN SENARYO ANALİZİYLE BELİRLENMESİ

ÖZET

Rekabetin arttığı ve değişimin hızla yaşandığı bir ortamda işletmelerin, klasik üretim anlayışlarından vazgeçerek modern üretim tekniklerini bu sistem içerisinde uygulamaları zorunlu hale gelmiştir. Bu amaç doğrultusunda, mevcut üretim sistemini iyi analiz etmek gerekmektedir. Bu çalışmada, mevcut sistem incelenerek esneklik, hız, maliyet ve kalite gibi performans kriterlerinin optimizasyonu amaçlanarak yeni yöntemler önerilmiştir. İşletmenin kısa dönemli gereksinimlerini etkin bir şekilde karşılamak üzere yapılan farklı üretim çizelgelemeler değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Zamanında üretimin çok önemli olduğu Boru İmalat sektöründe, stok maliyetlerinin azaltılmasını ve müşteri memnuniyetinin arttırılmasını sağlayan en uygun planlama tercih edilmiştir.

Yapılan çalışmada öncelikle mevcut durum analiz edilmiştir. Mevcut durumda, yapılan yıllık üretim bilgilerine göre şemalar oluşturulmuştur. Daha sonra üretilen miktar ve vardiya süreleri çıkartılmıştır. Ayrıca daha sonra yapılacak olan değişik senaryolarla karşılaştırmak üzere belirlenen performans kriteri olarak sipariş gecikme süreleri ve stok maliyetleri hesaplanmıştır. Mevcut duruma alternatif olarak, kilograma göre yeni bir planlama yapılmıştır. Mevcut durumda birkaç aylık ihtiyaçlar planlanırken, bu planlamada bir aylık ihtiyaçlar planlanmıştır. Burada amaç daha fazla kalıba girip, müşteri ihtiyaçlarına daha kısa sürede cevap vermektir. Ayrıca öncelikli olarak kalıp tonajı fazla olan kalıba girilmesi öngörülmüştür. Alternatif diğer bir yöntem ise, metreye göre yapılan planlamadır. Bu planlamada, ince ve küçük etli borular miktar olarak daha düşük olduğundan, kilograma göre planlamada bu siparişlerin gözden kaçabileceği düşünülerek, fazla metreye sahip kalıplar öncelikli olarak planlanmıştır. Son olarak ise bir planlama uzmanı tarafından sıralanan kalıplara göre üretim sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maliyet Optimizasyonu, Senaryo Analizi, Üretim Çizelgeleme, Üretim Planlama

DEFINING THE OPTIMAL PRODUCTION PLANNING METHOD IN PIPE MANUFACTURING SECTOR THROUGH SCENARIO ANALYSIS

ABSTRACT

In an environment where competition increases and change is rapid, it is essential for companies to leave behind the traditional manufacturing methods and adopt modern techniques within this system. A thorough analysis of the current system is also in the essence for this goal. This study suggests new methods, centering the performance criteria such as flexibility, speed, cost and quality. Assessments and interpretations of the different production tabulations to respond the short term needs of a company are available. Since, on time production is highly important for pipe manufacturing sector, the best planning that provides stock cost reduction and better customer satisfaction is used.

Firstly, the current situation was analysed and schemes were formed according to the annual production figures. Later, the output and shift hours were determined. Delay time and stock costs were calculated as a performance criteria to compare later with different strategies. A new planning is formed as an alternative in terms of kilogram. While most plans contain several months of needs, this planning was based on a monthly need. The purpose is to be able to use more mold and to answer the needs of customers sooner. Furthermore, the plan is based on mold with higher tonnage. Another alternative method is planning on meters. On this planning, thick-walled molds were prioritized since thin-walled pipes are lighter in terms of quantity and might be missed out in orders with kilogram based planning. Lastly, production results determined by molding order defined by a planning expert are analysed.

Keywords: Cost Optimization, Scenario Analysis, Production Tabulation, Production Planning

GİRİŞ

Sürekli değişen ve gelişen dünyamızdaki işletmelerin etkinliklerinin ve verimliliklerinin arttırılmasında, değişimlere uyum sağlamak büyük bir önem taşımaktadır. Pazar yapısının tüketiciler tarafından belirlendiği bu zamanda, klasik üretim sistemlerinin yerini daha esnek, daha hızlı, daha kaliteli modern sistemler almaya başlamıştır. Bu ortamda minimum maliyetlerle müşteri memnuniyetinin sağlanması zorunlu hale gelmiştir. Süreç karmaşık olduğundan bunun sağlanması basit yöntemlerle mümkün olmadığı için süreç değişik senaryolar ile analiz edilmiş ve maliyet ve zaman açısından en uygun olabilecek planlama önerilmiştir.

Çevresel faktörlerdeki değişimlere tepki vermek ve uyum sağlamak organizasyon yapısının dinamik olmasına ve üretim sürecinin esnekliğine bağlı olmaktadır. İşletmedeki esnek yapı arttıkça tüketici istek ve davranışlarına daha hızlı yanıt verebilmekte, hedef kitle ya da pazar korunup büyütülebilmektedir. Günümüzde ürün çeşidinin fazlalığı, yüksek kalite ve müşteri odaklı olma ilkesi, işletmelerin düşük, orta hacimli ve orta çeşitte üretim yapan sistemlere yönelmesine neden olmuştur. Bu ihtiyaç ancak esnek üretim yaparak karşılanabilmektedir. Bu şekilde uygulanan üretim sistemleri, tüketicilerin zevk ve tercihlerine göre değişen ve farklılaşan talep koşullarında ürüne istenilen nitelikte üreten ve bir üründen diğer bir ürüne geçişte zaman ve maliyet kaybı unsurunu en aza indiren sistemlerdir. Yapılan bu çalışmada performans kriteri olarak, müşteri memnuniyetinin fazla olması ve stok maliyetlerinin düşük olması amaçlanmıştır. Bu sebeple, farklı müşteri istekleri olan farklı çeşitte kalıba girmek amaçlanmıştır. Bunun gerçekleşmesiyle birlikte stoklarında azalacağı öngörülmüştür.

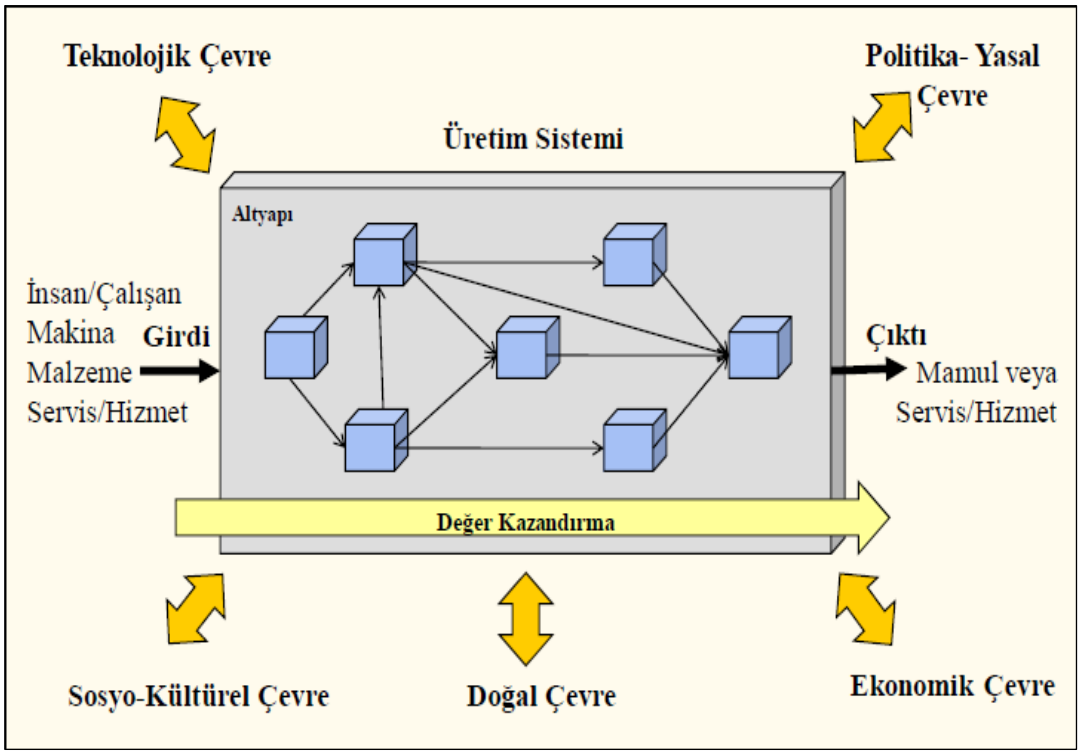
Çalışmanın birinci kısmında üretim planlama, üretim çizelgeleme ve üretim maliyetleri hakkında teorik bilgiler verilmiş ve uygulama yapılan firma tanıtılmıştır. Firmanın ürünleri, üretim limitleri ve yapılan üretim planları hakkında detaylı açıklamalar verilmiştir. İkinci bölümde incelenen değişik senaryolar detaylı olarak karşılaştırılmıştır. Sonuç bölümünde ise uygulanan değişik senaryolar içerisinden en uygun kalıp planı önerilmiştir.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Üretim ve Üretim Sistemleri

Üretim, yeni bir fiziksel varlık veya hizmet ile sonuçlanan bir fayda yaratmak için girişilen faaliyet şeklinde tanımlanır (Kobu, 2006). Üretimi ekonomistler faydalı mal veya hizmet meydana getirme olarak tanımlarken, mühendisler ise, bir takım girdiler kullanarak değer artırıcı değişikler yapıp mamul veya hizmet oluşturma süreci olarak tanımlamaktadırlar (Engin, 2003).

Üretim süreci malzeme, sermaye, emek (iş gücü), makine ve yönetim bilgisinin ekonomik, sosyal, yasal ve pazar şartları altında mamul ve/veya hizmete dönüşümüdür. Üretim süreci temel elemanları aşağıdaki Şekil 1.1.' de gösterilmiştir (Günther ve Tempelmeier, 2005).



Şekil 1.1. Üretim süreci temel elemanları (Günther ve Tempelmeier, 2005)

Bir üretim prosesini karakterize eden kavramlardan en önemlileri aşağıda kısaca tanımlanmıştır (Kobu, 2006).

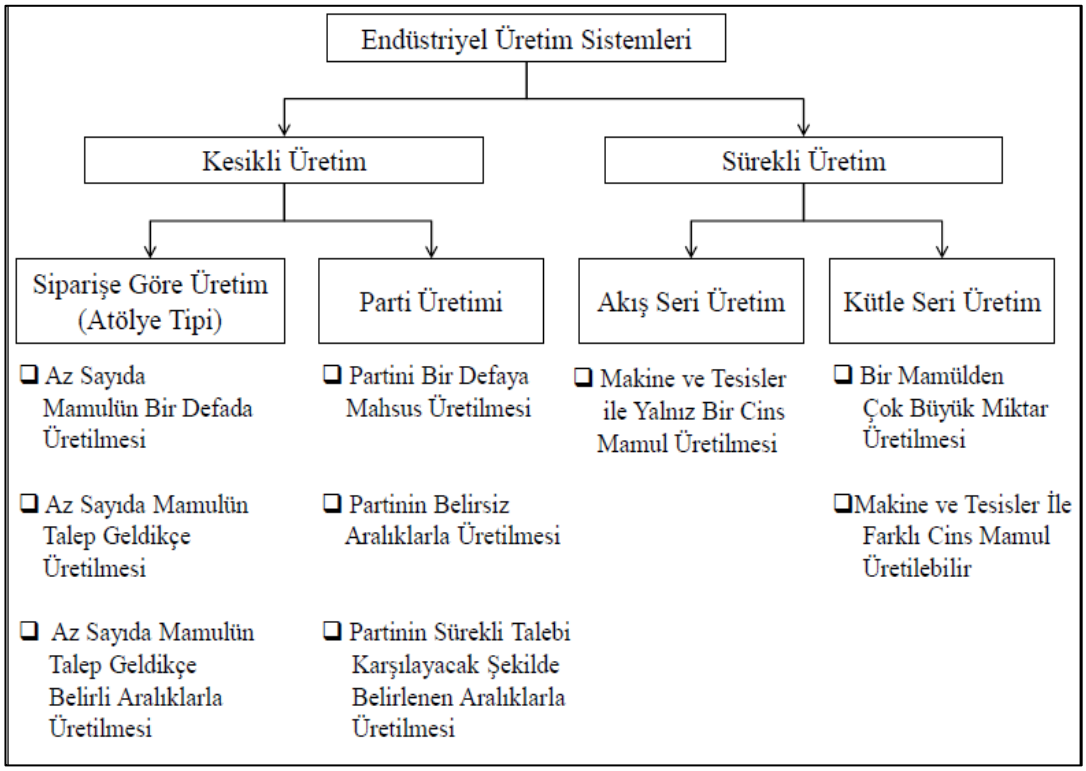
Verimlilik: Kısaca bir üretim sisteminde birim girdi başına üretilen çıktı olarak ölçülür.

Etkinlik: Bir üretim sisteminin amaçlarını gerçekleştirme derecesi olarak tanımlanır ve performans ile eş anlamda kullanılır.

Kapasite: Bir üretim sisteminin gerçekleştirebileceği üretim düzeyini ifade eder.

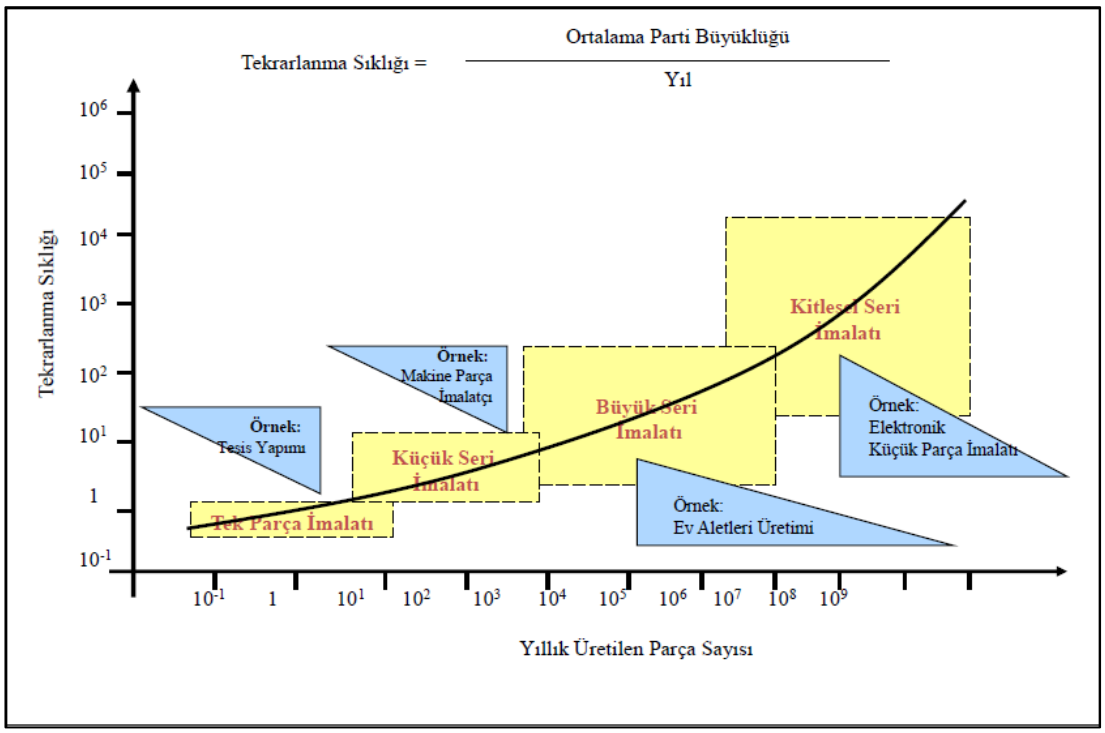
Esneklik: Bir üretim sisteminin değişken taleplere cevap verebilmesi veya mamul üretimine kolay geçebilmesi şeklinde tanımlanabilir.

Üretim fonksiyonu mamul veya hizmet üretimi şeklinde temel olarak ikiye ayrılır. Burada mamul üretimi kendi içinde enerji, tarım, inşaat ve endüstriyel üretim olarak sınıflandırılabilir. Endüstriyel üretimin sınıflandırılması aşağıdaki Şekil 1.2.' de detaylı olarak verilmiştir (Engin, 2003).



Şekil 1.2. Endüstriyel üretimin sınıflandırılması (Engin,2003)

Endüstriyel üretim sistemleri üretim akış tipine göre kesikli ve sürekli olmak üzere iki temel kısma ayrılır. Kesikli üretim, siparişe göre üretim ya da partiler/kafile büyüklükleri şeklinde üretim yapan sistemlerdir. Sürekli üretim ise, belirli tür ürünü bol miktarlarda belirli bir akış hızında seri ya da kütle seri üretimi şeklindedir. Ayrıca, ürün değişkenliği ve üretim hacmine göre endüstriyel üretim sistemlerinin aşağıdaki Şekil 1.3.' deki gibi sınıflandırılabilir (Schuh, 2008).



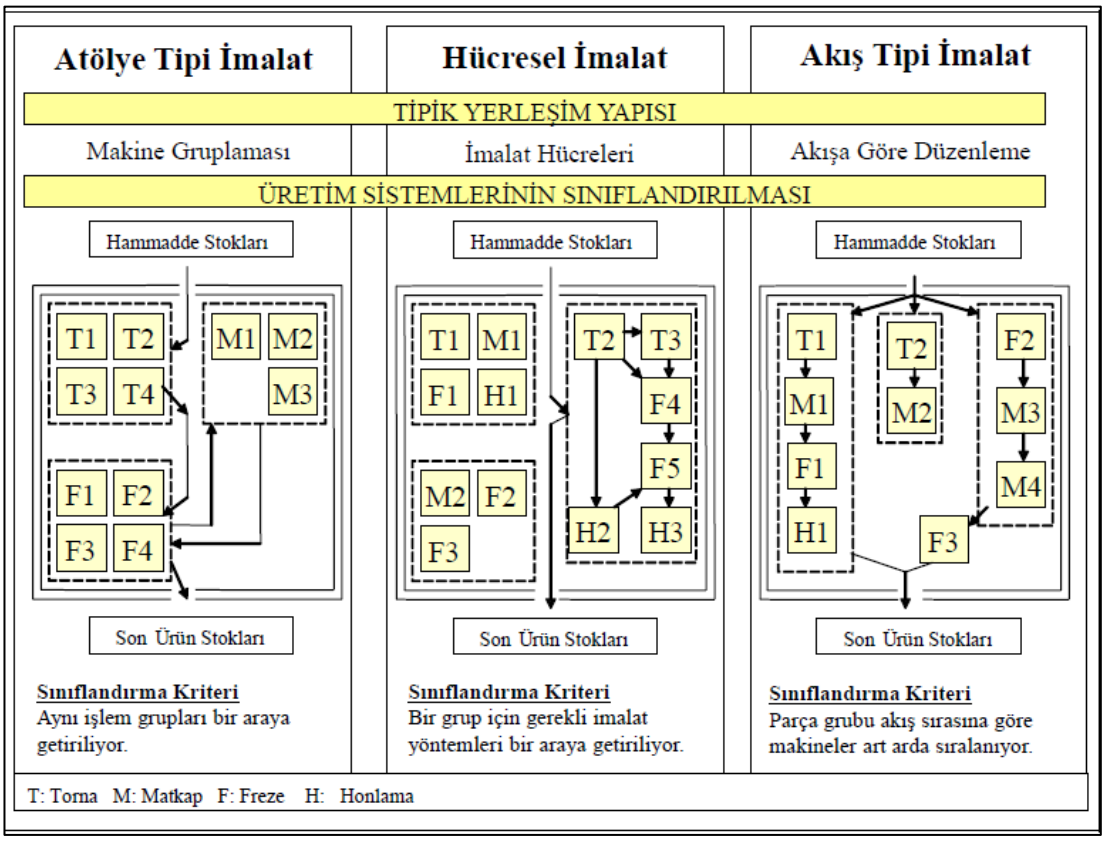
Şekil 1.3. Ürün değişkenliği ve üretim hacmine göre endüstriyel üretim sistemlerinin sınıflandırılması (Schuh, 2008)

Yıllık üretim miktarındaki artış ile sipariş tekrarlama sıklığı da artmaktadır. Üretim sistemleri, bu açıdan incelendiğinde; farklı üretim sistemi yapılarının olduğu görülür. Örneğin; bir elektronik donanım üreticisinin; yıllık üretim miktarı 100,000 adet ve üzerinde olacak şekilde yüksek sipariş tekrarlama sıklığı varsa "Kitlesel Üretim" sistemine sahip olduğu kabul edilebilir.

Benzer şekilde, üretim miktarının ve sipariş tekrarlanma sıklığının az/düşük veya orta düzeyde olduğu, sürece göre yerleşim planına sahip sipariş odaklı üretim sistemi durumunda ürün değişkenliği düşük ise "Bireysel Üretim" veya "Küçük Ölçekli Üretim" olarak kabul edilmektedir. Bir başka tanımda ise bu durumda olan üretim sistemleri genellikle Atölye Tipi (Siparişe Göre) Üretim sistemi olarak

adlandırılmaktadır. Yüksek üretim miktarına sahip ve düşük ürün değişkenliği durumunda ise; ürüne göre üretim hattı yerleşim planı uygulanan "Büyük Parti Üretimi" sistemleri için "Akış Tipi (Seri) Üretim" sistemi sınıflandırılması yapılmaktadır. Ayrıca belirli üretim miktarı ve orta düzeyde ürün değişkenliği durumunda grup ya da hücre yerleşim planına sahip "Hücresel Üretim Sistemi" tercih edilmektedir (Schuh, 2008).

Fleischer (2005) tarafından imalat sistemlerinin yerleşim planlarına göre yapılan sınıflandırılması aşağıdaki Şekil 1.4.' de verilmiştir (Koruca, 2008).



Şekil 1. 4. İmalat sistemlerinin yerleşim planlarına göre yapılan sınıflandırılması (Koruca, 2008)

Üretim sistemleri yerleşim planı yapılarına göre sınıflandırıldığında, benzer işlemleri gerçekleştiren makinelerin gruplanması şeklindeki yerleşim yapısı "Atölye Tipi imalat Sistemi" olarak tanımlanabilir. Ayrıca belirlenmiş bir amaç için gerekli olan farklı iş istasyonların bir araya getirilerek gruplar oluşturulması şeklindeki yerleşim yapısına "Hücresel imalat Sistemi" adı verilirken, üretilen ürün

akış planına göre iş istasyonlarının art arda sıralandığı yerleşim yapısına sahip sistemler ise "Akış Tipi imalat Sistemi" olarak sınıflandırılmaktadır.

1.2. Üretim Planlama ve Kontrol

1.2.1. Üretim planlama kavramı

Üretim planlaması, gelecekteki üretim faaliyetleri ve süreçlerinin miktarlarını, düzeylerini ve limitlerini belirleyen işlevlerdir (Kobu, 1996). Temel amacı, ürünleri, zaman, kalite ve bütçe hedeflerine uygun olarak müşterilere ulaştırmak veya talebe göre stoklara aktarımını sağlamaktır. Üretim sürecindeki dört temel üretim faktörü olan malzeme, yöntem, makine ve işgücü planlaması söz konusudur (Top, 2001).

Üretim sistemlerinin gelişmesine bağlı olarak önemi artmıştır. Ortaya çıkış nedenleri şöyle sıralanabilir (Kobu, 1996):

1.Üretim süreçlerinin karmaşıklığı

2.İşletme içi süreçlerin koordinasyonu ve ilişkili olma zorunluluğu

3.Tüketici isteklerinin farklılaşması ve tedarik ve dağıtım kanallarının genişlemesi

4.İşletmeler arası ürün ve fiyat rekabetinin artması

5.İşletmenin, malzeme, makine, zaman ve işgücü giderlerinin minimuma indirilmesi zorunluluğu

1.2.2. Üretim planının hazırlanması

Üretim planlarında öncelikle tüketicinin talebini dikkate almak gerekir. Talep tahmini yaparken, zaman aralığını kısa tutup, ürün sayısı ve ürün gruplarını az tutunca, tahmin gerçeğe daha yakın olur.

Üretim planları, işçiye o gün ne yapacağını bildirmesinin yanı sıra, yöneticiye yol gösteren bir kontrol aracı görevi de görür. Üretim planları, yönetici ve işçilere yol

gösterecek şekilde, basit ve anlaşılır bir biçimde yazılması gerekir. Hazırlık süreci 7 aşamadan oluşur:

1.Üretim planının kapsayacağı zaman aralığı tespit edilir.

2.Optimum üretim miktarları hesaplanır: Maliyetleri minimum yapan miktarlara talep dalgalanmasına karşılık gelen emniyet stokları eklenerek bulunur.

3.Tüketici talepleri araştırılıp, talep tahminleri yapılır.

4.Aralığın başındaki ve sonundaki stok düzeyleri belirlenir ve bunlara emniyet stokları da eklenir.

5.Başlangıç ve bitiş stokları arasındaki fark bulunur.

6.Planlama dönemi içinde üretilmesi gereken miktar bulunur: Dönem içindeki satış tahmini ile başlangıç ile bitiş stokları arasındaki farkın toplamıdır.

7.Üretilmesi gereken miktar üretim süreçlerine dağıtılır: Üretim hızı, tamir-bakım süreleri ve kapasite olanakları göz önüne alınarak dağıtım yapılır.

Planlama dönemi sonunda talep tahminleri ve stok düzeyleri belirlendiği takdirde üretim miktarı aşağıdaki Denklem (1.1) deki gibi hesaplanabilir;

$$P= (S2-S1+D) / N \quad (1.1)$$

P: Üretim miktarı

S1: Dönem başındaki stok düzeyi,

S2: Dönem sonunda bulunması istenen stok

D: Tahmini talep

N: Periyot sayısı

Üretim planında verilen değerlere göre, imalat programları düzenlenir. Ürünü oluşturan parçalar ve malzemelerin tespitinden sonra işler ve iş süreleri belirlenir. İşçilerin günlük faaliyetleri bu programlara göre hazırlanır.

Planlama sürecinde yapılan hesaplamalar ve planlar satış tahminlerine dayanır. Fiili satışlar ve stok düzeyleri planlanandan farklı olabilir. Bu durumda emniyet stoku ihtiyaçlara cevap verebilmelidir.

1.3. Çizelgeleme

Çizelgeleme, matematiksel teknikler veya sezgisel yöntemler kullanarak sınırlı kaynakların görevlere dağıtımı işlemidir. Üretim çizelgeleme ise iş planlarında bulunan faaliyetlerin ve atölyelerin üretim süreçlerine en optimum şekilde dağıtılmasıdır. Üretim çizelgelemesi şu sorulara cevap arar:

1.Hangi departman hangi işi yapacak?
2.Bir iş ne zaman başlayacak ve bitecek?
3.İş hangi araç-gereçlerle, kimler tarafından yapılacak?
4.İşlerin sıralaması nasıl olacak?

Çizelgelemenin temel amaçları şunlardır:

1.Üretim olanaklarının en verimli şekilde kullanımı
2.Müşteri taleplerine olabildiğince çabuk cevap verilebilmesi
3.İşlerin, teslim tarihlerinde uzamalar ve zaman aşımı olmadan tamamlanması
4.Yarı mamul envanterinin minimuma indirilmesi
5.Fazla mesai çalışmalarının minimuma indirilmesi

1.3.1. Üretim çizelgeleme

Son yıllarda endüstriyel teknolojide sağlanan ilerlemeler; üretim ortamında birçok faktör etkisinin azaltılmasını sağlamaktadır. İşletmelerde daha kurulum aşamasından itibaren gerçekleştirilen faaliyetlerin ekonomiklik düzeyi ile geri dönüş süreleri tespit edilmektedir. Bu gibi koşullar altında işletmelerin, müşteri ve pazar ihtiyaçlarına yönelik yüksek kalitede ürünler üretebilmek, rekabet edebilmek ve yaşamlarını devam ettirebilmek için daha verimli ve daha esnek bir yapıya sahip olmaları gerekmektedir.

İşletmeler pazar ve müşteri taleplerinde sürekli olarak meydana gelen değişiklikleri, kendi yapılarına uygun değişimi/dönüşümü sağlayarak, müşteri taleplerini en uygun

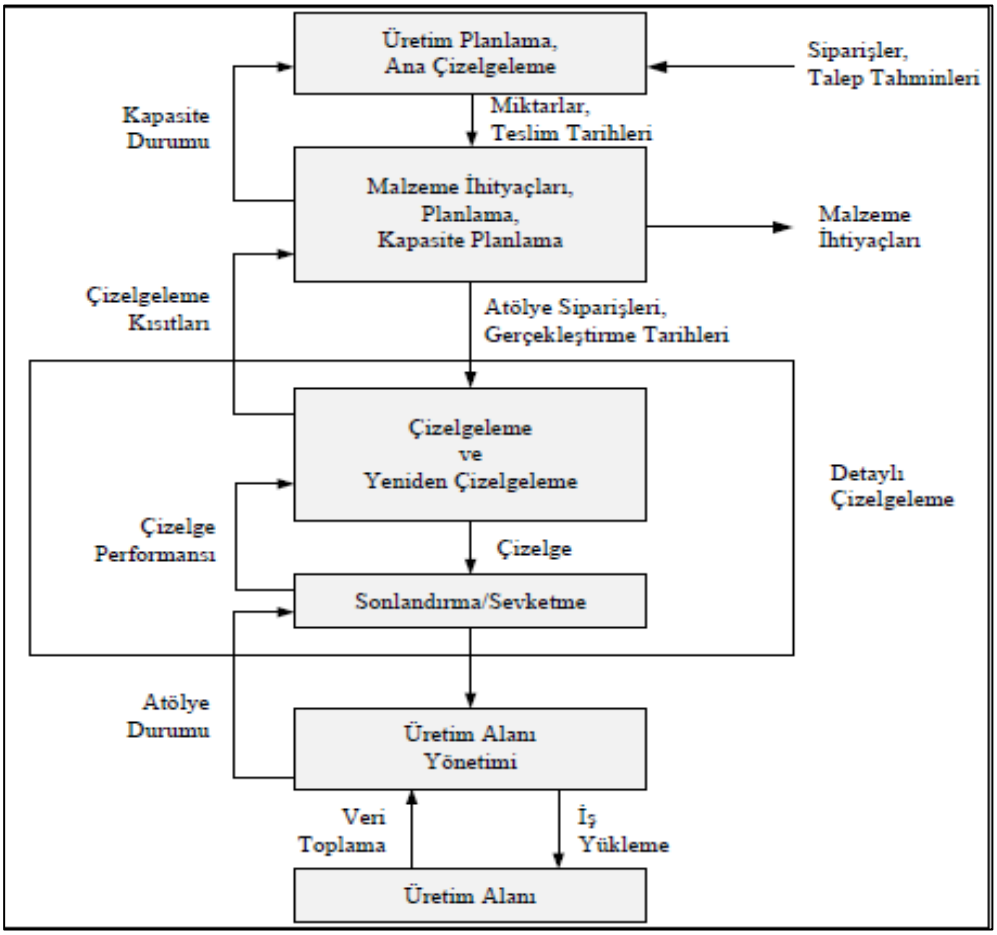
şartlarda yerine getirmeyi istiyorlarsa; mevcut üretim organizasyon yapılarının verimlilik sınırlarını bilmek zorundadırlar. Üretim işletmelerinin pazar taleplerine cevap verebilecek esnekliğe kavuşması sürecinde, kendi üretim süreçlerinin düzenlenmesi ve bu süreçlerde işlenen iş parçalarının müşterinin ihtiyaçlarına şekillendirilmesi gerekmektedir. Genel olarak bu durum "müşteri odaklılık" olarak ifade edilmektedir. Sonuçta; hammaddenin tedarikçi pazarından ürüne dönüşmesi ve müşteri pazarına ulaşıncaya kadar, mevcut üretim proseslerinde müşterinin istediği ürünleri, yüksek kalitede düşük maliyet seviyelerinde üretmek ve de kısa üretim (geçiş) süresi, yüksek teslim doğruluğunda yerine getirmeye ve müşteri odaklı olmaya mecbur kalmaktadırlar (Koruca ve diğ., 2004).

Gerek üretim öncesi gerekse üretime başladıktan sonra, kıt kaynakların daha etkin ve verimli kullanılmasında işletme süreçlerinden planlama süreci önemli bir yer tutmaktadır. Bu noktada talep ve kapasitenin yönetilmesini etkileyen birtakım faktörler bulunmaktadır. Üretim sistemleri tüm bu süreçlerde mevcut şartları karşılayarak sürekli iyileştirme yapısına sahip bir esneklikte olmak zorundadırlar. Bu amaca yönelik planlanan ve çizelgelenen birçok üretim aracı, tekniği ve yöntemi kullanılmaktadır.

Üretim çizelgeme, üretim sistemlerinde yapılacak işlem/işlem gruplarının hangi iş istasyonlarında, ne zaman ve nasıl gerçekleştirileceğimin belirlenmesidir. Verimlilik ve etkinlik sağlama açısından önemli bir işletme fonksiyonudur. Üretim sistemleri bilgi akışı sürecinde çizelgeleme fonksiyonun yeri aşağıdaki Şekil 1.5.' de verilmiştir (Pinedo, 1995).

Üretim çizelgeleme fonksiyonu, üretim sisteminde siparişlerin yani müşteri taleplerinin karşılanması süreci açısından önemlidir. Üretim planlama verileri ve atölye verileri arasında çizelgeleme fonksiyonu köprü vazifesi görür. Üretim planlamadan gelen sipariş bilgilerini (sipariş miktarı, başlama ve teslim zamanları vb.) mevcut atölye (üretim alanı) durumuna göre en iyi ve etkin çizelgenin belirlenmesini ve üretim planlama ile atölye yöntemine geri beslemesini sağlar. Çizelgeleme, bir zaman düzlemi boyunca yapılması gereken görevler için bir veya daha fazla amacı iyileştirecek şekilde kıt kaynakların atanması ve bu kaynakların atama etkinliği ile ilgilidir (Pinedo, 1995). Çizelgeleme problemlerinde genellikle iş

istasyonu/tezgah kapasitesi ve teknolojik kısıtlar olmak üzere iki tür kısıt vardır. Çizelgeleme probleminin çözümü genelde bu iki tip kısıdın bir arada çözümüdür (Baker, 1974).



Şekil 1.5. Üretim sistemleri bilgi akışı sürecinde çizelgeleme fonksiyonunun yeri (Pinedo, 1995)

Üretim sistemi içerisinde çizelgeleme birçok faktörden etkilenmektedir. Örneğin; iş öncelikleri, teslim tarihleri, üretim seviyeleri, parti büyüklüğü sınırlamaları, öncelik kurallarının yanı sıra ihtiyaç üretimi, işlem karmaşıklığı, çizelgeleme kriteri, ihtiyaç tanımlama ve çizelgeleme ortamı vb. gibi unsurlar sayılabilir. Bu noktada çizelgelemeyi ilk önce etkileyen temel unsur sürecin planlanması işlemidir (Selam, 1996). Üretim sistemlerinde; atölye tipi, akış tipi, personel, sipariş, üretim planlama ve üretim organizasyonu yapılandırması gibi birçok uygulamada çizelgeleme kullanılmaktadır. Genel olarak süreç odaklı yaklaşımda, üretim çizelgeleme problemleri atölye tipi ve akış tipi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

1.3.1.1. Atölye tipi imalat sisteminde çizelgeleme

Genel atölye tipi çizelgeleme sisteminde, sonlu sayıda *m* tane iş istasyonunda işlenmek üzere yine sonlu sayıda *n* tane işi, önceden belirlenen bir sıra ve kapasite bulunmaktadır. Bu kısıtlar altında, belirli bir amaç fonksiyonunu optimum kılacak şekilde her bir işlemin başlama zamanının belirlemesi atölye tipi çizelgeleme problemi olarak tanımlanabilir. Burada her bir siparişin iş istasyonlarına uğrayacağı sıra farklıdır. O yüzden temel iki kısıtla karşılaşılmaktadır. Öncelikle bir siparişin bir operasyonu bitmeden diğer operasyonunun başlayamaz ve aynı zamanda bir iş bir anda sadece bir iş istasyonu tarafından işlenebilir. İkinci olarak bir iş istasyonu aynı anda sadece bir siparişin bir operasyonunu gerçekleştirir (Şevkli ve Yenisey, 2006).

Bu kısıtlara ek olarak klasik atölye tipi çizelgeleme problemlerinde bazı varsayımlar bulunmaktadır (French, 1982):

- Bir operasyon işlem anında kesilemez, bölünemez.
- Her bir iş (sipariş) tamamlanıncaya kadar bütün operasyonları tamamlanmalıdır.
- Bütün siparişler, işlem süreleri ve iş istasyonları bilgileri tam olarak bilinmeli ve sıfır anından çalışmaya hazır olmalıdır.
- İşlem süreleri süreç sırasından bağımsızdır.
- Hazırlık ve taşıma süreleri işlem sürelerine dahil edilmiştir.
- İş istasyonları çizelgeleme başlarken boştur, asla bozulmazlar, bakım istemezler ve personel yokluğu çekmezler.
- Her iş istasyonu tipinden sadece bir tane vardır.
- Bütün işler eşit öneme sahiptir, öncelik sırası yoktur.

1.3.1.2. Akış tipi imalat sisteminde çizelgeleme

Akış tipi çizelgeleme, birbirinden farklı m makine ve n işin bulunduğu, her bir işin m operasyondan oluştuğu, her bir operasyonun farklı makinelerde yapıldığı ve bütün işlerin operasyonlarının aynı sıra ile yapıldığı çizelgeleme problemleridir. (Engin, 2001) Genel olarak, i. işin j. makinedeki işlem süresi tij olarak ifade edilir. Akış tipi çizelgeleme problemlerinde amaç, maksimum akış zamanının

enküçüklenmesi olarak tanımlanmakta ve çözüm ise bunu sağlayacak iş sırasının bulunmasından oluşmaktadır.

1.4. X Firmasının Tanıtımı

X firması, yaklaşık 30 yıllık olup orta büyüklüktedir. İşletme otomotiv sektörü içindedir ve anonim şirketidir. Ayrıca Türkiye'de boru imalatı sektöründe faaliyet gösteren firmalar arasında söz sahibi bir konumdadır. Kriz dönemini yurt dışına ihracat yapmasının avantajı ile büyüyerek geçiren firma artık gözünü dünya pazarının devleri arasına girmeye odaklamıştır. İşletme çevre duyarlılığı, kalite sistemlerindeki öncülüğü, iş görenine verdiği değer, üretimde kişiye ve toptana, özel hizmet sunma becerisi, yenilikçi ve çağdaş yönetim anlayışı, hedefleri doğru analiz edip doğru zamanda doğru atılımı yapma becerisi ile gün geçtikçe büyüyen bir işletmedir.

X firması bugün hedeflerinin birçoğunu büyük başarılar elde ederek gerçekleştirmiş bir firmadır. Yaptığı ilk ihracatın ardından üretimin büyük bir kısmını yurt dışına ihraç etmeye başlayan işletme, artık Almanya, Fransa, İngiltere, İran, İtalya, İspanya, Hollanda, Belçika, Finlandiya, Polonya, Çek Cumhuriyeti, Romanya, İsrail, Rusya ve Beyaz Rusya, Portekiz ve Mısır'da da tanınan bir firmadır.

İşletmenin Kocaeli'nde olması bir avantajdır. Kocaeli önemli sanayi kuruluşlarının ve dünyaca ünlü markaların üretildiği fabrikaların tam merkezindedir. Fabrika İzmit'te olup Bursa'ya, İstanbul'a ve Eskişehir'e yakındır. Şehirlerarası yollarla ulaşım kolaydır. Denizyolu ve karayolu tercih edilebilir. Üretilen ürünler yurt içi ve yurt dışına gönderilmektedir. Personel temini konusunda sıkıntı yaşanmamaktadır.

1.4.1. İşletmenin ürünleri

1.4.1.1. Dikişli hassas çelik borular

İşletme, özellikle otomotiv endüstrisi için dikişli hassas çelik boru üretimi yapmaktadır. Geniş dış çap aralığına ve özel et kalınlığı ölçülerine sahip ürünleri sayesinde dünyanın önde gelen önemli boru tedarikçileri arasında yer almaktadır. Aşağıda belirtilen kriterler doğrultusunda işletme alanında rekabetçi avantajlar elde etmiştir;

İşletme dikişli ve iç çapağı alınmış borulardan ileri teknoloji sayesinde soğuk çekilmiş boru toleranslarında üretim yapabilmektedir.

Geniş üretim imkanları ve sık ebat değişimleri sayesinde yüksek kaliteli müşteri talepleri kısa zamanda karşılanabilmektedir.

Yüksek performanslı kaynak imkanları sayesinde değişik çap ve et kalınlığındaki kombinasyonlarda, ileri seviyede kaynak kalitesi elde edilmektedir. Sonuç olarak, otomotiv endüstrisinin kalite beklentilerini karşılayan boruların üretimi gerçekleştirilmektedir.

Diğer bir avantajı ise, hatlarında standart boru üretmeyip, katma değeri yüksek, üretimi daha zor olan boruları tercih etmesidir. Böylece, dikişli hassas çelik boru üretiminde fark yaratmaktadır.

1.4.1.2. Otomotiv için özel borular

İşletmede, otomotiv sektörü için amortisör boruları, gazlı amortisör boruları, şaft boruları, rot boruları öncelikli olmak üzere birçok boru imalatı yapılmaktadır.

a) Amortisör boruları

İşletmede, amortisör boruları istenilen standartlarda, yüksek performans ve kalite anlayışı ile imal edilmektedir. Üretim hattında yer alan bu borular; basınç - silindir boruları, rezerve - gövde boruları, toz boruları olarak sınıflandırılmaktadır.

Üstün kalitede seçilmiş hammadde, çok hassas yüzey pürüzlük değerleri ve yüksek teknoloji ile gerçekleştirilen amortisör borularında, aranan tüm özelliklere, dikiş kaynak kalitesi ve tahribatsız testler sayesinde ulaşılmaktadır.

b) Gazlı amortisör boruları

İşletme, otomotiv ve mobilya sektöründe sıkça kullanılan gazlı amortisörler için, sıvamaya uygun, şekillendirilebilir hammadde ve yüksek basınca dayanıklı silindir boruları üretmektedir.

c) Şaft boruları

İşletme, özel malzeme seçerek, son teknoloji içeren üretim ve test ekipmanları kullanarak ürettiği şaft borularında, yüksek performans ve burkulma mukavemeti elde etmektedir.

d) Rot boruları

Genellikle, ST 52 dikişsiz borulardan, soğuk çekilerek hassas ölçüye getirilen rot boruları, istenilen mekanik özellikleri elde etmek üzere, normalize işlemine tabi tutularak üretilmektedir.

e) Otomotiv emniyet parçaları

İşletme uzun zamanda sahip olunan tecrübe ve bilgi sayesinde, dünyanın önde gelen OEM tedarikçilerinin geliştirme, tasarım, ilk örnek ve maliyet düşürme çalışmalarında çözüm ortağı haline gelmiştir.

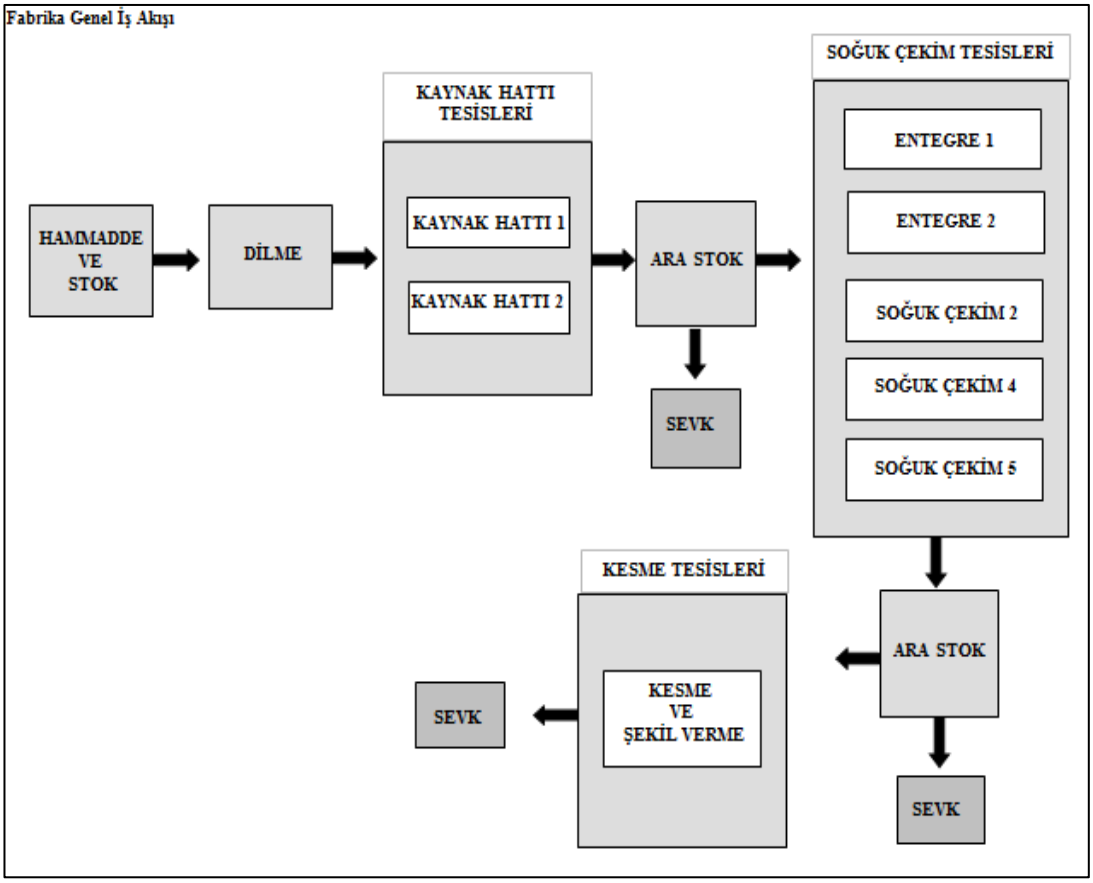
1.4.1.3. Diğer sektörler için özel borular

Günümüzde, hassas çelik boru ve profillerin kullanım alanları son derece geniştir. Bu borular, otomotiv, makine ve mobilya gibi pek çok sektörde tüketilmektedir. Bunlar;

- Tekstil makinelerinde kullanılan çelik masura boruları
- Bisiklet ve motosiklet boruları
- Konveyör boruları
- Fırın alev boruları
- Elektrik kablo boruları
- Banyopan ve radyatör boru profilleri
- Kare-dikdörtgen ve istenilen şekilde profiller
- Hidrolik devre ve silindir boruları
- Hava pompa ve yağ pompa boruları
- Teleskobik borular
- Metal mobilyalarda kullanılan borular
- Asansör boruları

1.4.2. İşletme iş akış şeması

X firmasının iş akış şeması Şekil 1.6.' daki gibidir. X firması entegre bir yapı içerisinde üç farklı prosesi aynı çatı altında gerçekleştirmektedir. Bu prosesler; dikişli boru üretimi, soğuk çekme işlemi ve boru kesme işlemidir. İhtiyaca göre önceden sipariş edilen hammadde sac stokları ilk olarak dikişli boru üretimi yapılan tesislerde kullanılır. Burada üretilen borular direk müşteriye sevk edilebilir veya soğuk çekim tesislerinde kalibre edilmek üzere sevk edilir. Soğuk çekim tesislerinde üretilen dikişli boruların veya dışarıdan temin edilen boruların istenilen ölçü ve toleranslarda soğuk çekim işlemi yapılmaktadır. Soğuk çekme işlemi; çok hassas toleranslarda boru üretimi için kullanılan bir plastik deformasyon yöntemidir. Bu tesisten müşteriye sevk işlemi yapılabilir. Ayrıca kesme tesislerinde müşteri isteğine göre kesme, delme, boyama, işleme gibi işlemler gerçekleştirilmektedir. İşlenen parçalar bu tesisten de müşterilere sevk edilmektedir.



Şekil 1.6. İş akış şeması

Dikişli boru üretim akışı rulo, dilinmiş sac ve dikişli boru sırasını takip etmektedir. İhtiyaç duyulan et kalınlığındaki rulo sac öncelikle üretilmesi planlanan boru çapına uygun olacak şekilde dilinir. Örnek rulo ve rulo stok alanı Şekil 1.7.' de görülebilmektedir.



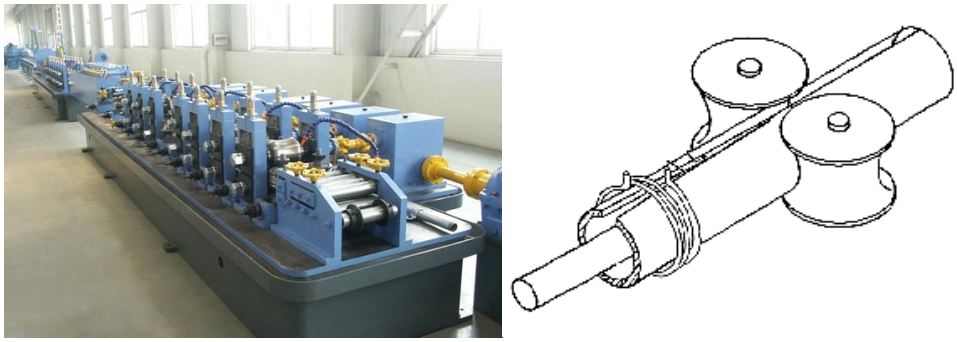
Şekil 1.7. Örnek rulo stok alanı ve rulo sac

Dilinen rulolardan çıkan dilim bantlar üretimdeki öncelik sırasına göre ya stok alanına ya da doğrudan boru üretimine alınmaktadır. Şekil 1.8.'de dilme operasyonu ve örnek dilinmiş bantlar gösterilmektedir.

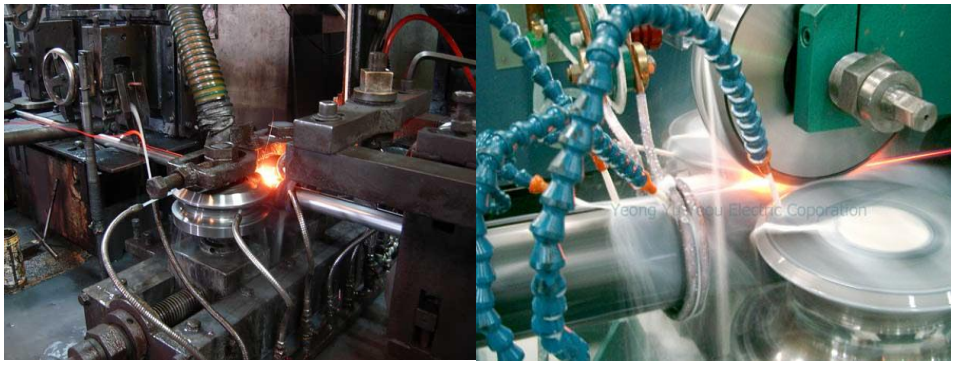


Şekil 1.8. Dilme operasyonu ve örnek dilinmiş bantlar

Dilinen bantlar yüksek frekanslı boru kaynak makinalarına bağlanarak müşteri isteklerine uygun ölçülerde boru üretimine başlanmaktadır. Şekil 1.9. ve Şekil 1.10. da dikişli boru kaynağı ve yüksek frekanslı boru kaynak makinası gösterilmektedir.



Şekil 1.9. Yüksek frekanslı boru kaynak makinası



Şekil 1.10. Yüksek frekanslı boru kaynak işlemi

1.4.3. İşletme üretim limitleri

X firmasındaki dikişli boru üretimi limitleri aşağıdaki Tablo 1.1. 'deki gibi tanımlanmıştır. Firma ayrıca bu üretim limitleri dışındaki ebatları da üretebilmek amacıyla iki yeni hat yatırımını yapmıştır. Önümüzdeki aylarda deneme üretimlerinden sonra hatların devreye alınması planlanmaktadır. Böylece X firması kendi üretilebilir limitlerini arttıracak, dolayısıyla dışarıya bağımlılık büyük oranda azalacaktır.

Tablo 1.1. Kaynak hatları üretim limitleri

Kaynak Hattı Üretim Limitleri-1	Min.	Max.
Dış Çap (mm)	22,0	95,0
Et kalınlığı (mm)	1,00	5,50
Kaynak Hattı Üretim Limitleri-2	Min.	Max.
Dış Çap (mm)	15,0	63,5
Et kalınlığı (mm)	0,80	2,70

Ek olarak kaynak hatlarında üretilen malzeme listesi aşağıdaki Tablo 1.2.' de detaylı olarak verilmiştir.

Tablo 1.2. Kaynak hatlarında üretilen malzeme listesi

Malzeme	C max	Mn max	Si max	S max	P max
E155	0,11	0,70	0,35	0,025	0,025
E195	0,15	0,70	0,35	0,025	0,025
E235	0,17	1,20	0,35	0,025	0,025
E275	0,21	1,40	0,35	0,025	0,025
E355	0,22	1,60	0,55	0,025	0,025

1.4.4. Stok ve hammadde malzeme planlama

Hammadde siparişlerinin zamanında ve doğru verilmesi üretim hatlarının etkinliğini, müşteri terminlerini direkt olarak etkilediği için çok önemlidir. X firması dönemsel olarak hammadde siparişi vermektedir. Hammaddeleri ana olarak ikiye ayırabiliriz.

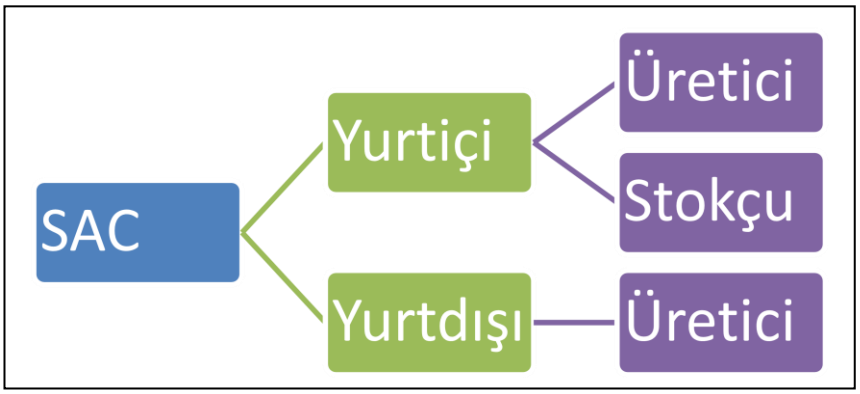
- Sac: CCR (Soğuk Sac), HRP (Sıcak-Asitli Sac)
- Boru: DL (Dikişli Boru), CC (Çelik Çekme Boru-Dikişsiz Boru)

1.4.4.1. Sac sipariş planlanması

Emniyet stokları göz önüne alınarak aylık olarak sac siparişi verilmektedir. Sac siparişleri soğuk ve sıcak- asitli olarak verilmektedir.

Sistemde açık olan kesin ve öngörü siparişleri göz önüne alınarak bir liste oluşturulmaktadır. Bu listeden mevcut sac stokları çıkartılmaktadır. Daha sonra yurtiçi ve yurtdışındaki tedarikçilere fiyatlandırılmak üzere gönderilmektedir. Uzun vadeli satın alma stratejileri doğrultusunda kalite değeri en iyi, fiyat ve termin açısından en avantajlı firmaya sipariş verilmektedir. Sac siparişleri üretilmek üzere yurtiçi veya yurtdışı tedarikçilere verilebilir. Firma dinamik stratejileri doğrultusunda kısa terminli siparişleri de alarak rekabette öne geçmeyi ve esnek üretim sistemine uygun yapılan siparişleri değerlendirmek suretiyle müşterilerine ek katma değer yaratmayı hedeflemektedir. Bu amaçla haftalık veya günlük üretim planları yapılırken mevcut stoklar tekrar kontrol edilmektedir. Dolayısıyla her bir kalıbın anlık olarak sac ihtiyacı belirlenmektedir. Bu ihtiyaca göre yurtiçindeki stokçulardan uygun kalitede sacların olup olmadığı kontrol edilmekte ve gerekli

görüldüğünde temin edilmektedir. Şemasal olarak sac temin ve tedariği aşağıdaki Şekil 1.11.' deki gibi gösterilmektedir.



Şekil 1.11. Sac temin ve tedariği şeması

Ayrıca örnek olarak bir üreticiye verilen aylık sac siparişi aşağıdaki Tablo 1.3.' deki gibidir. Siparişlere uygun et kalınlığı, genişlik ve kalite göz önüne alınarak gerekli miktarlar belirlenmiş ve liste sipariş edilmiştir.

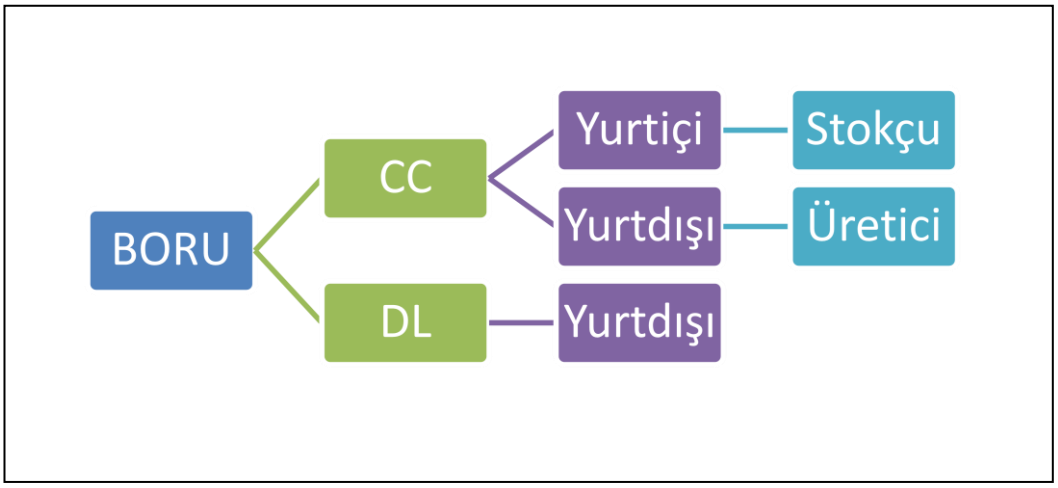
Tablo 1.3. Sac sipariş tablosu

Kalınlık (mm)	Genişlik	Rumuz	Kalite	Miktar (ton)
1,00	800	CCR	DC01	150
1,10	800	CCR	DC01	150
1,30	800	CCR	DC01	150
1,46	800	CCR	DC01	150
1,87	900	HRP	S235	160
3,15	900	HRP	S235	160
4,27	900	HRP	S235	160
1,85	800	HRP	S275	160
4,57	800	HRP	S275	160
4,78	950	HRP	S355	160
4,90	950	HRP	S355	160

1.4.4.2. Boru sipariş planlaması

X Firmasının hammadde olarak ürettiği boruları Dikişli Boru ve Dikişsiz Boru olarak ayırabiliriz. X firması dikişli boruların büyük bir oranını kendi tesislerinde üretmektedir. Firmanın üretim limitleri içerisinde olmayan dikişli boruların tamamı yurtdışına sipariş edilmektedir.

Dikişsiz boruların tamamı ise dışarıdan sipariş edilmektedir. Yurtiçinde dikişsiz boru üreticisi olmadığından siparişlerin büyük bir kısmı yurtdışındaki tedarikçilere sipariş edilmektedir. Bu siparişler iki aylık olarak verilmektedir. Liste hazırlandıktan sonra yurtdışı tedarikçilerine fiyatlandırılmak üzere gönderilmektedir. En avantajlı fiyat, en iyi kalite ve en iyi termini veren tedarikçi ile anlaşmaya varılmaktadır. Ayrıca günlük veya haftalık ihtiyaçlarda yurtiçindeki stokçulardan satın alınmaktadır. Şemasal olarak boru siparişleri aşağıdaki Şekil 1.12.' deki gibi özetlenmiştir.



Şekil 1.12. Boru temin ve tedariği şeması

Ayrıca örnek olarak bir üreticiye verilen iki aylık dikişsiz boru siparişi aşağıdaki Tablo 1.4.' deki gibidir. Siparişlere uygun dış çap, et kalınlığı ve kalite göz önüne alınarak gerekli miktarlar belirlenmiş ve liste sipariş edilmiştir.

Tablo 1.4. İki aylık dikişsiz boru siparişi

Kalem	Dış Çap	Et Kalınlığı	Kalite	Miktar (ton)	Boy (mt)	Teslim Zamanı
1	21,30	2,9	E355	10	6	Mart
2	25,00	3,7	E235	10	6	Mart
3	26,90	5,6	E235	10	6	Mart
4	31,80	5,5	E275	10	6	Mart
5	35,00	4,0	E275	10	6	Mart
6	38,00	7,1	E275	10	6	Mart
7	42,40	8,0	E275	10	6	Mart
8	60,30	4,0	E355	10	6	Mart
9	63,50	5,6	E235	10	6	Mart
10	70,00	5,0	E235	10	6	Mart
11	73,00	8,0	E275	10	6	Mart

1.4.5. Üretim planlama

Üretim planları aylık olarak yapılmakta olup, müşteri temsilcilerine kalıp zamanları hakkında öngörü sağlamak amacı ile yayınlanmaktadır. Aylık plan kapsamında, bir ay içerisinde girilecek kalıpların, her kalıp için tahmini tonajların ve vardiya sürelerinin, kaynak hatlarının günde kaç vardiya çalışacağının öngörü bilgisi bulunmaktadır. Müşteri aciliyeti ya da planda kullanılacak sac durumuna göre aylık plan içerisinde kalıplar arasında zaman değişikliği yapmak mümkündür. Örnek olarak hazırlanan ‘Haziran ayı dikişli boru üretim planı’ aşağıdaki Tablo 1.5.’ deki gibidir. Aylık plan sonrasında hatlarda girilecek her kalıbın planı, tek tek sipariş terminleri ve müşteri aciliyeti göz önüne alınarak hazırlanmaktadır. Plan içerisinde hangi siparişlerin olacağı kararı verildikten sonra, et kalınlığı ve kalite bilgilerini baz alarak sac dağılımı yapılmaktadır. Yapılan sac dağılımında kalıpta hazır olarak bulunan dilimlere her zaman öncelik verilmektedir. Mümkün oldukça girilen her kalıpta hazır dilimlerin hepsini kullanmak dilim stoğunu azaltmak açısından hedeflenmektedir. Sac dağılımı sonrasında üretime iş emirlerinin hazırlanmasına başlanmaktadır. Üretim et kalınlığı sırası ile üretimi gerçekleştirdiği için iş emirleri de et kalınlığı sırası ile verilmektedir.

Tablo 1.5. Haziran ayı dikişli boru üretim planı

Tarih	Gün	HAT 1					HAT 2				
		Vardiya	Kalıp	Tonaj	Vardiya/ton	Toplam iş (vardiya)	Vardiya	Kalıp	Tonaj	Vardiya/ton	Toplam iş (vardiya)
27.05.2012	Pazar										
28.05.2012	Pazartesi	3	25,4	230	18	14,3	1	25	165	22	8,3
29.05.2012	Salı	3					1				
30.05.2012	Çarşamba	3					1				
31.05.2012	Perşembe	3	55,6	350	41	9,3	1				
01.06.2012	Cuma	3					1				
02.06.2012	Cumartesi	3					1				
03.06.2012	Pazar										
04.06.2012	Pazartesi	2	95	125	73	1,9	3				
05.06.2012	Salı	2					3	25,4	200	23	9,6
06.06.2012	Çarşamba	2					3				
07.06.2012	Perşembe	2	80	400	56	7,9	3				
08.06.2012	Cuma	2					3				
09.06.2012	Cumartesi	2					3	30	150	25	6,5
10.06.2012	Pazar										
11.06.2012	Pazartesi	2					1				
12.06.2012	Salı	2					1				
13.06.2012	Çarşamba	2					1				
14.06.2012	Perşembe	2					1				
15.06.2012	Cuma	2	40	160	27	6,6	1	51	130	40	3,5
16.06.2012	Cumartesi	2					1				
17.06.2012	Pazar										
18.06.2012	Pazartesi	2					2				
19.06.2012	Salı	2					2				
20.06.2012	Çarşamba	2					2	38	130	33	4,3
21.06.2012	Perşembe	2	28,6	150	19	8,5	2				
22.06.2012	Cuma	2					2				
23.06.2012	Cumartesi	2					2				
24.06.2012	Pazar										
25.06.2012	Pazartesi	2	63,5	270	47	6,4	2				
26.06.2012	Salı	2					2	20	60	17	3,9
27.06.2012	Çarşamba	2					2				
28.06.2012	Perşembe	2					2				
29.06.2012	Cuma	2	70	150	53	3,1	2				
30.06.2012	Cumartesi	2					2				
01.07.2012	Pazar										

İş emirlerinin hazırlanması sürecinde ise, öncelikle siparişler için uygun olan ana boru boyları hesaplanmaktadır. Yeterli dilim yok ise sac dilme emri hazırlanmaktadır ve sonrasında siparişlerin iş emirleri manuel olarak yazılıp kaydedilmektedir. Üretimde, iş emrinde yazılan sıra ile siparişler üretilmektedir. Çünkü siparişin aciliyeti planlama departmanı tarafından bilinmekte ve siparişlerin sıralaması aciliyete göre yapılmaktadır. Örnek olarak 80 mm kalıp için hazırlanan plan aşağıdaki Tablo 1.6.' daki gibidir. Her kalıp planı için mevcut işlemler tekrarlanmaktadır.

Tablo 1.6. 80mm Kalıp planı

80 KALIP PLANI														
TERMİN	SİPNO	FİRMA	DIŞ ÇAP		ET	BOY	MAMUL DIŞÇAP		MAMUL ET KAL.	MT	KG	MALZEME	TİP	UZAMA
20.12.2011	4159	A	80,0	x	1,80	6,00	75,6	x	1,68	1430	4.379	E235	NBK	1,13
25.10.2011	4320	B	80,0	x	1,80	6,00	77,4	x	1,75	4000	13.059	E235	+N	1,06
25.10.2011	2697	C	80,0	x	1,85	6,00	70,5	x	1,80	2000	6.099	E235	+N	1,17
01.01.2012	4370	D	80,0	x	1,85	6,00	76,2	x	1,80	23000	75.957	E235	+N	1,08
24.01.2012	4301	E	80,0	x	1,85	6,00	71,1	x	1,60	550	1.508	E195	BK	1,30
01.02.2012	4189	F	80,0	x	1,90	6,00	73,5	x	1,80	2200	7.002	E195	BK	1,15
10.01.2012	3634	G	80,0	x	1,90	6,00	77,7	x	1,73	5027	16.293	E195	BK	1,13
05.12.2011	4072	H	80,0	x	1,95	6,00	60,5	x	1,75	33000	83.667	E195	BK	1,48
05.12.2011	4162	I	80,0	x	1,95	6,00	61,2	x	1,87	2000	5.472	E195	BK	1,37
05.12.2011	4219	J	80,0	x	2,00	6,00	70,0	x	1,96	220	723	E195	+CR1	1,17
30.01.2012	1382	K	80,0	x	2,05	6,00	74,0	x	1,99	2200	7.774	E275	+N	1,12
01.01.2012	3829	L	80,0	x	2,05	6,00	68,3	x	2,00	440	1.438	E275	BK	1,21
05.01.2012	3907	M	80,0	x	2,10	6,00	68,0	x	1,99	275	891	E275	+C	1,25
01.12.2011	3015	N	80,0	x	2,40	6,00	77,1	x	2,33	1339	5.751	E275	CW	1,07
01.01.2012	3311	O	80,0	x	2,60	6,00	77,1	x	2,54	1500	7.003	E275	CW	1,06
01.02.2012	693	P	80,0	x	2,70	6,00	67,7	x	2,66	800	3.413	E275	BK	1,21
05.09.2011	2870	R	80,0	x	3,10	6,00	75,0	x	2,55	330	1.503	E275	+C	1,29
01.02.2012	702	S	80,0	x	3,30	6,00	76,3	x	3,20	1925	11.104	E355	+C	1,08
04.02.2012	4142	T	80,0	x	3,70	6,00	75,6	x	3,55	660	4.163	E355	BKS	1,10
01.02.2012	695	U	80,0	x	4,10	6,00	67,0	x	4,02	600	3.746	E355	+C	1,23
01.12.2011	2197	V	80,0	x	4,30	6,00	75,5	x	4,23	2200	16.355	E355	NBK	1,08
01.01.2012	4123	Y	80,0	x	4,40	6,00	75,0	x	4,29	1100	8.229	E355	NBK	1,10
19.12.2011	2984	Z	80,0	x	4,45	6,00	71,9	x	4,02	325	2.187	E355	+C	1,23

1.5. İşletmelerde Üretim Maliyetleri

Bilgisayar destekli üretim sistemlerini uygulayan birçok işletmenin maliyetleri sabit duruma gelmiş ve direkt işçilik giderlerinin toplam maliyetler içindeki payları azalmıştır. Bilgisayar destekli üretimde bulunan işletmelerde maliyetlerin çoğu, sadece sabit değil aynı zamanda da üretim dönemine ertelenebilir maliyetlerdir. Çünkü; akıllı makinelere, yazılım geliştirmeye ve prototip ya da model geliştirmeye yapılan yatırımların tümü, üretime geçilebilmesi için önceden gerçekleştirilmek zorundadır. İşletme kararları açısından hemen yüklenilmesi tartışılabilir görülen maliyetlere ertelenebilir maliyet denilmektedir. Üretim için gerekli bilgisayar kontrollü tesis, makine ve cihazlar mevcutken, daha gelişmişlerini satın almayı, koşulların uygun olduğu zamana bırakmak ertelenebilir maliyetlere örnek oluşturabilmektedir. Ayrıca, bina ve makinaların bakımının bir ay sonra yapılması durumunda, bu ay içinde üretim faaliyeti durmaması da ertelenebilir maliyetlere örnek teşkil etmektedir. Aynı karar açısından hemen yüklenilmesi zorunlu görülen maliyetlere ise ertelenemez maliyetler denilmektedir. Personel ödemelerinin hemen yapılmak durumunda olması ertelenemez maliyetlere örnek oluşturabilmektedir (Altuğ, 2001). Bilgisayar kontrollü üretim süreçleri, ürün kalitesi ve güvenilirliğinin yükselmesi, üretim sürelerinin kısalması ve daha düşük stok düzeylerine öncülük etmektedir. Üretimde otomasyona geçilmesinin diğer önemli bir etkisi de, işletmelerin üretim yapılarında, az çeşitte mamullerin kitle üretimi yerine, çok çeşitli mamulün daha küçük partiler halinde ve kısa zaman aralıklarında üretimine geçmelerine neden olmuştur (Hacırüstemoğlu ve Şakrak, 2002).

Günümüzde emek yoğun üretim biçiminden makine yoğun üretim biçimine doğru çok hızlı bir geçiş söz konusu olduğu için üretim maliyetleri içinde genel üretim giderlerinin payı zaman içerisinde artmıştır. Bu bağlamda, genel üretim giderlerinde artış olurken, işçilik giderlerinde önemli azalmalar olmaktadır (Atkinson ve diğ., 2004). Bunun nedeni ise, bilgisayar desteği ile üretim yapıldığı için enerji maliyetlerinde bir artış meydana gelmesi, bakım onarımlar, yeni makine alımı ve benzeri maliyetlerin artış göstermesidir.

Esnek üretim sistemleri uygulayan işletmeler, büyük miktarlarda standart mamuller üretmek yerine, yüksek düzeyde otomasyona bağlı partiler halinde üretime

yönelmişlerdir. Parti tip üretim, mamullerin belirli müşteriler için küçük partiler halinde üretimidir. Bunun içindir ki; işletmeler, kısalan mamul ömürlerine paralel olarak mamul hatlarında farklılaşmayı sağlayacak daha iyi bir donanıma yönelmişlerdir.

İşletmelerde üretimde otomasyona gidilmesinde meydana gelen artış, yatırım kararları, ürün maliyetlemesi ve performans ölçümü ile ilgili maliyet muhasebesi sorunlarını büyütmüştür. Bu sorunların çözümü, maliyet muhasebesi uygulamalarının otomasyon gelişmelerine uygun bir şekilde yapılmasıyla ilgilidir. Ürün maliyetlemesi konusunda, işletmelerin bağımsız bölümler, bölümler içerisinde iş hücreleri veya makineler kurmaları gerekmektedir.

Maliyet muhasebesi sistemindeki değişme nedenlerinden biri, ürünlerin üretim tarzlarındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Nitekim, ürünler ya sipariş ya da safha maliyet sistemine göre üretilmektedir.

Esnek üretim sistemleri uygulayan işletmelerde Direkt İlk madde ve Malzeme Giderleri, Direk İşçilik Giderleri ve Genel Üretim Giderleri'nden oluşan üretim maliyetlerinin temel özellikleri aşağıdaki başlıklar altında incelenmektedir.

1.5.1. Direkt ilk madde ve malzeme giderleri

Direkt ilk madde ve malzemeler, mamulün bünyesine giren, üretilen mamulün özünü oluşturan ve hangi mamul veya mamul grubu içinde tüketildiği miktarı izlenebilen ilk madde ve malzemelerdir (Erdoğan, 1999). Bir başka deyişle, üretilen mamulün, bünyesine esas madde olarak katılan ve herhangi bir dağıtım anahtarına gereksinim duyulmayan ilk madde ve malzemelerdir.

Tanımdaki özellikler çerçevesinde mamul bünyesine girecek direkt ilk madde ve malzeme hammadde olabileceği gibi, başka üretim işletmesinin mamulü de olabilir. Örneğin; iplik üretim işletmelerinde pamuk veya yün başlıca direkt ilk madde ve malzeme olmasına karşın, kumaş üretim işletmelerinde iplik, kumaş mamulünün direkt ilk madde ve malzemesidir. Bunun yanı sıra, otomobil üreten işletmelerde de dışarıdan satın alınan birçok motor parçaları, lastik, cam, akü gibi maddeler direkt ilk madde ve malzeme niteliğindedir.

İşletmenin teknolojik yapısı ve seçtiği üretim sistem tipine göre gerçekleşen yerleşim planı, hammadde malzeme taşıma süresini ve uzaklığını minimuma indirebilmektedir. Esnek üretim sistemlerinde yarı mamul stok düşük olduğundan, makine grupları arasındaki bütünlük ve iş parçalarının birbiri ardına işlem görmesi ihtiyaç duyulan alanın daha az olmasını sağlamaktadır. Esnek üretim sistemleri, %40-50 oranında yerleşim alanında küçülme sağlamaktadır. Yerleşim alanlarının küçülmesi sonucu sabit gider niteliğindeki amortisman giderlerinde veya kira giderlerinde azalma olmaktadır.

Bilgisayar destekli üretim sisteminde ulaşılan otomasyon sayesinde, kullanılan makine ve aletlerin sayısında önemli azalmalar sağlanmakta, tezgah hazırlık sürelerinin kısalması ve enformasyon teknolojisinin etken kullanımı ile makine kullanım oranları oldukça yükselmektedir. Bilgisayar kullanımı sonucu, erken uyarı sisteminin bulunması ile makine ve teçhizatta ortaya çıkabilecek daha ağır hasar ve bozulmalar önlenebilmekte ve dolayısıyla bakım onarım giderlerinde, yeni teknoloji olması nedeniyle enerji giderlerinde, tasarruf sağlanabilmektedir.

Esnek üretim sistemlerinde temel felsefe sıfır hata ile üretim yaklaşımıdır. Bunun sonucu olarak, üretim sırasında hammadde kayıp ve artıkları ortadan kaldırılmakta ya da mümkün olan en az düzeye indirilebilmektedir. Dolayısıyla, söz konusu maliyet unsurunda azalmalar meydana gelmektedir (Karcıoğlu, 2000). Ayrıca, sistemin işleyişi otomasyona dayalı olarak gerçekleştiğinden, sistem içi yarı mamul stokları düşük olmaktadır. Bu nedenle ihtiyaç duyulan hammadde ve malzemeler ile üretimi tamamlanmış mamullerin stoklama maliyetlerinin de son derece düşük olacağı açıktır.

Bilgisayar kontrollü üretim makinalarına sahip olan işletmeler; piyasadaki talep ve ürün değişikliklerine uyum ve rekabet koşulları ile pazar payını koruma konusunda önemli bir avantaja sahiptirler. Bilgisayarların merkezinde toplanan bilgilerde, hangi iş parçasının hangi makinede üretileceğinin belirlenmiş olması, iş parçalarının işlenmesinde kolaylık sağlar. Sistem, parçaları tek tek ya da partiler halinde işleme imkanına sahiptir. Tasarım ve ürün karmasındaki değişikliklere esneklik düzeyi yüksek makinelerce yanıt verebilen bu sistemlerde her an tüketici istek ve ihtiyaçlarına göre değişiklikler yapılabilmekte, dönemsel ve sürekli talep

atışları karşısında, adı geçen istek ve ihtiyaçların karşılanabilmesi, makinelerin modüler genişleyebilme özelliği ile olmaktadır. Talep tahminleri ve yanlış ürün politikası karşısındaki riskler nedeniyle; daha az bir düzeyde stok bulundurma, stok bulundurma maliyetini azaltabilmektedir.

1.5.2. Direkt işçilik giderleri

İşçilik giderleri; işletme faaliyetlerini yürütmek, üretim ve hizmetleri gerçekleştirmek amacıyla istihdam edilen işgücüne ödenen parasal tutarı içermektedir. İşçilik gideri; saklanması, stoklanması ve biriktirilmesi mümkün olmayan bir gider kalemidir. İlk madde ve malzeme ambardan üretime gönderilmedikçe, maliyet oluşmamaktadır. Oysaki bir işçi ya da memur bir iş sözleşmesine dayanarak işletmede bulunduğu sürece ücrete hak kazanmaktadır. Bu da işletme için mamul maliyetlendirmesinde bir maliyet gideri olarak kabul edilmektedir (Yükçü, 1999).

Direkt işçilik giderleri ise, esas üretim gider yerlerinde çalışan, fiilen üretim işlemini gerçekleştiren ve doğrudan doğruya mamul veya mamullerle ilişkilendirilebilen işçilere ödenen ücretlerin parasal tutarını ifade etmektedir. Bu bağlamda, işçilik giderlerinin direkt işçilik gideri olarak anılabilmesi için, işçilik giderlerinin esas üretim gider yerlerinde oluşması, işçilik giderlerinin üretilen mamul veya hizmetin üretim maliyetine doğrudan doğruya yüklenebilmesi gerekmektedir.

Gelişen teknolojiye yapılan yatırımlar, işçiliğin üretimde üstlendiği rolü azaltmış ve böylece direkt işçilik giderlerinin üretilen mamul maliyeti içerisindeki payı azalmıştır. Bunun yanı sıra, esnek üretim sistemini uygulayan işletmelerde yeni üretim teknolojilerinin kullanılması ile üretilen ürünün kalitesi artmış, tedarik süresi kısalmış, müşterinin istediği ürün ya da ürün çeşidi üretilmeye başlanmıştır.

Esnek üretim sistemlerinde üretim işlemleri büyük ölçüde otomasyona dayalı ve işlemler bilgisayar denetimli olarak gerçekleştirildiği için işçilik maliyetlerinde önemli azalmalar olmaktadır. Bununla birlikte, sistemde nitelikli eleman ihtiyacı endirekt işçiliğe olan talebi de arttırmaktadır. Diğer yandan, uzman personelin kullanımı sistemde meydana gelebilecek hata miktarını azaltmaktadır. Azalan hata

miktarı, daha az fire ya da tekrarlanan operasyon anlamı taşıyacağından maliyetlerde düşme yaşanabilecektir.

Üretim teknolojilerinin değişmesi, faaliyet ölçütü veya dağıtım anahtarlarının da değişimine yol açmıştır. Geleneksel maliyetleme sistemlerinde direkt işçilik saatleri, üretim işletmelerinde faaliyet ölçütü veya dağıtım anahtarı olarak bugüne kadar sıklıkla kullanılmıştır. Bununla birlikte, otomasyon sistemlerinin artması, işletmelerin dağıtım anahtarı ve faaliyet ölçütü olarak makine saatlerinin veya işlem sürelerinin kullanılması sonucunu ortaya çıkarmıştır (Hilton ve diğ., 2003).

1.5.3. Genel üretim giderleri

Direkt ilk madde ve malzeme giderleri ile direkt işçilik giderleri dışında olan, ancak ürün ve hizmet üretimi ile dolaylı ilişkisi olan üretim giderlerine "Genel Üretim Giderleri" adı verilmektedir. Genel üretim giderleri mamul ve hizmetlere doğrudan doğruya yüklenemeyen, ancak dağıtım anahtarı veya faaliyet ölçütü aracılığı ile yüklenebilen üretim giderlerini içermektedir. Özetle, direkt maliyetler dışında kalan endirekt maliyetlerin bu maliyet unsurunun içinde yer aldığı sonucu çıkarılabilecektir (Solomon, 2004).

Genel üretim giderleri üretim işleviyle doğrudan doğruya ilgili olmayan, ancak üretimin kesintisiz sürdürülebilmesi için zorunlu olan giderlerden oluşur. Örneğin, fabrika binası, üretim için gerekli olan makineler, üretimi denetleyen ustabaşılar, bakım onarım hizmetleri, ısıtma ve aydınlatma gibi maliyetler olmadan sadece direkt hammadde ve direkt işçilikle üretim faaliyetlerinin sürdürülmesi mümkün değildir (Elmacı ve diğ., 2002).

Üretim işletmelerinde; otomasyona gidilmesi sonucu, günümüzde en yüksek katma değer meydana getiren unsur artık direkt işçilik giderleri değil, genel üretim giderleri ağırlık kazanmaya başlamıştır (Karcıoğlu, 2000). Genel üretim giderleri içinde daha çok teknolojik yatırımlar ile ilgili maliyetler yer almaktadır. Makine yoğun teknolojilerin olduğu bir ortamda, bu unsurlar genel üretim giderleri içinde en ağırlıklı unsurlardır.Esnek üretim sistemlerinde önemli bir değişime uğrayan genel üretim giderlerinin ürün maliyeti içerisinde payı oransal olarak artmasının iki temel nedeni bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, endirekt işçiliklerde yaşanan

artıştır. Otomasyona dayalı üretim sistemleri nedeniyle mühendislik hizmetleri artmış, böylece, geleneksel üretim sistemlerinin aksine çok sayıda nitelikli eleman ihtiyacı işletmelerde ortaya çıkmıştır. Ürün yaşam seyrindeki kısalma sonucu olarak ürün tasarım ve planlama maliyetlerinin ürün toplam yaşam maliyeti içerisindeki artan payı da önemli bir etken olmuştur. İkincisi ise, yeni üretim teknolojilerine yapılan yatırımların neden olduğu amortisman giderlerindeki artıştır. İleri teknolojilerin kullanılması ve otomasyona gidilmesi nedeniyle üretim sistemlerinde işçiliğin yerini makinalar ve robotlar almakta, böylece geleneksel ortama göre daha az işgücü kullanılmaktadır. Buna karşılık, emekten sermayeye yönelme nedeniyle sabit genel üretim giderleri niteliğindeki amortisman giderleri ile endüstriyel mühendislik araştırma, ürün geliştirme, malzeme tasarım ve makine bakım onarım gibi işlerde çalışanların oluşturduğu endirekt işçilik maliyetlerinde yaşanan artış genel üretim giderlerinin oransal payının yükselmesine neden olmaktadır (Karcıoğlu, 2000).

Geleneksel üretim sistemlerinde, genel üretim giderlerinin ürün maliyetleri içerisindeki oranı az olduğu için, genel üretim giderlerinin ürünlere dağıtımında pek sorun yaşanmamıştır. Ancak, esnek üretim sistemleri ile birlikte artan genel üretim giderlerinin dağıtımında zorluklarla karşılaşılmaya başlanmış ve bu durum işletmelerde bir sorun haline gelmiştir (Civan ve Yıldız, 2004).

Esnek üretim sistemleri uygulayan işletmelerin, direkt ve endirekt gider ayrımını iyi yapması gerekmektedir. Ayrımın iyi yapılamaması durumunda giderlerin ürünlere dağıtımında hatalar ortaya çıkabilmektedir.

İşletmelerde, maliyetlerin daha etkin kontrolü ve maliyet merkezi sorumluluklarının belirlenmesi açısından gider yeri ayrımı sağlıklı bir şekilde yapılmalıdır. Gider yeri ayrımı sağlıklı olarak yapılmadığında, endirekt giderlerin gider yerlerine dağıtımı yerine tek bir yerde toplanarak ürüne yüklenilmesine neden olabilmektedir.

Dağıtım anahtarları ve faaliyet ölçütleri, genel üretim giderlerinin ürünlere yüklenmesinde çok önem taşıması nedeniyle, işletmeler dağıtım anahtarlarını, doğru ve yerinde belirlemelidirler.Bu çalışmamızda kullanılan maliyetler stok maliyeti, fazla mesai maliyeti ve direk işçilik maliyetleridir.

Stok Maliyeti; Depolama maliyeti olarak da bilinen bu maliyet envanterinin işletmenin depolarında bulundurulması ile ortaya çıkan tüm maliyetler olup, depolanan mal miktarının bir fonksiyonudur. Stok maliyetinin bileşenleri envantere fiziksel bir alanın tahsis edilmesinin maliyeti, ödenen vergi ve sigorta giderleri, hırsızlık, bozulma, yıpranma ve modası geçme durumlarında oluşabilecek maliyet ve bu mallara yapılan tüm harcamaların fırsat maliyeti olarak ifade edilebilir.

Fazla Mesai Maliyeti; İş Yasası'nda belirtilen haftalık kırk beş saatlik çalışma süresini aşan çalışmalara "fazla çalışma" denir. Ayrıca Yargıtay'ın yeni İş Yasası döneminde geliştirdiği içtihatlara göre, günde on bir saatlik azami çalışma süresinin aşıldığı durumlarda on bir saati aşan çalışmalar, haftalık çalışma süresinin 45 saati aşıp aşmadığına bakılmaksızın fazla çalışma sayılacaktır. İşçiye günde en fazla üç (3) saat fazla çalışma yaptırılabilir. Fazla çalışmaların toplamı bir yılda iki yüz yetmiş (270) saatten fazla olamaz. Çalışma yapılan firmada fazla çalışma ücreti olarak normal ücretin %100 fazlası ödenmektedir.

Direk İşçilik Maliyeti; Esas üretim gider yerlerinde çalışan, fiilen üretim işlemini gerçekleştiren ve doğrudan doğruya mamul veya mamullerle ilişkilendirilebilen işçilere ödenen ücretlerin parasal tutarını ifade etmektedir. Bu bağlamda, işçilik giderlerinin direkt işçilik gideri olarak anılabilmesi için, işçilik giderlerinin esas üretim gider yerlerinde oluşması, işçilik giderlerinin üretilen mamul veya hizmetin üretim maliyetine doğrudan doğruya yüklenebilmesi gerekmektedir.

2. ÜRETİM PLANLAMA YÖNTEMİNİN SENARYO ANALİZİYLE KARŞILAŞTIRILMASI

Bu çalışmada işletmenin Kaynak hattı- 1 üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Kaynak hattı-1 toplamda 22 kalıp üretimi yapabilmektedir. Müşterilerin 2011 yılı siparişleri incelenmiş ve toplamda 14 kalıbın kullanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca aşağıdaki Tablo 2.1.' de kaynak hattı 1 de üretilen kalıp aralığı ve vardiyada üretilen tonaj aralığı bildirilmiştir. Çalışmamızda öncelikle mevcut durumda yapılan planlama analiz edilmiştir. Daha sonra yapılan planlamaya alternatif olarak değişik senaryolar ile yeni planlamalar önerilmiştir.

Tablo 2.1. Kaynak hattı- 1 kalıplarının vardiyadaki üretim tonajları

KY1 Kalıpları (mm)	Tonaj/Vardiya (ton)
22,0 - 95,0	16 - 73

Yapılan çalışmada öncelikle mevcut durum analiz edilmiştir. Mevcut durumda, yapılan yıllık üretim bilgilerine göre şemalar oluşturulmuştur. Daha sonra üretilen miktar ve vardiya süreleri çıkartılmıştır. Ayrıca daha sonra yapılacak olan değişik senaryolarla karşılaştırmak üzere belirlenen performans kriteri olarak sipariş gecikme süreleri ve stok maliyetleri hesaplanmıştır.

Mevcut duruma alternatif olarak, kilograma göre yeni bir planlama yapılmıştır. Mevcut durumda birkaç aylık ihtiyaçlar planlanırken, bu planlamada bir aylık ihtiyaçlar planlanmıştır. Burada amaç daha fazla kalıba girip, müşteri ihtiyaçlarına daha kısa sürede cevap vermektir. Planlama, aylık olan sipariş ihtiyaçlarına bakılarak miktarın yüksek olduğu kalıptan üretime girilecek şekilde yapılmıştır. Böylece en yüksek tonajlı kalıp o ayın ilk günlerinde, en düşük tonajlı kalıp ise o ayın en son günlerinde planlanmıştır. 14 kalıbın hepsine bir ay içerisinde girmek mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla bir önceki aydan kalan bakiye siparişlerde ayrıca hesaplanmıştır. Bir önceki aydan kalan bakiye siparişler için gecikmeyi biraz

da olsa azaltmak adına gecikme ağırlıklandırılması yapılmıştır. Her bir geciken miktar bir sonraki aya bir katı fazla gecikme ile planlanmıştır.

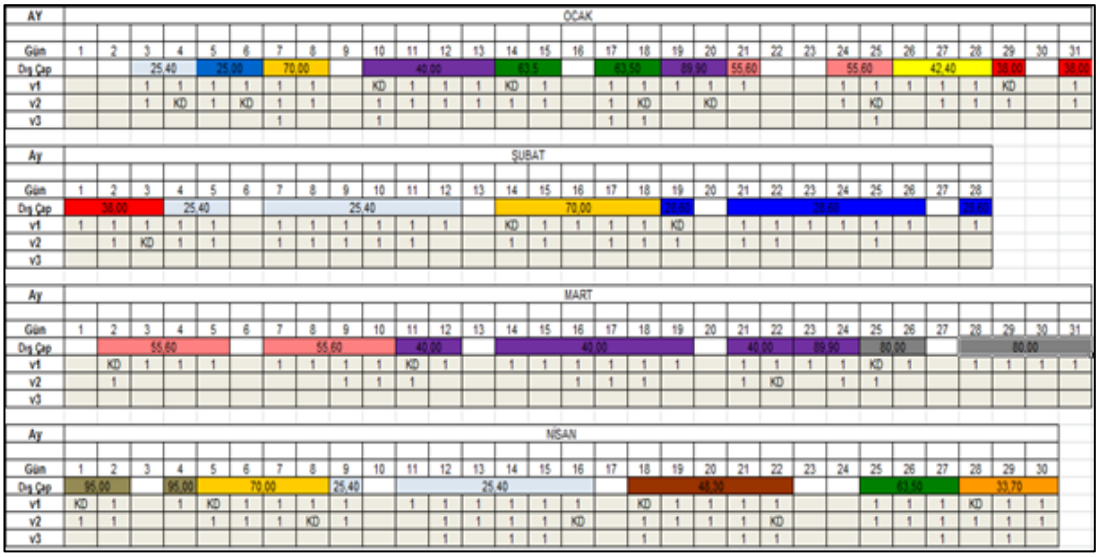
Alternatif diğer bir yöntem ise, metreye göre yapılan planlamadır. Bu planlamada, ince ve küçük etli borular miktar olarak daha düşük olduğundan, kilograma göre planlamada bu siparişlerin gözden kaçabileceği düşünülerek, fazla metreye sahip kalıplar öncelikli olarak planlanmıştır. Planlama, bu sefer aylık olan sipariş ihtiyaçların metre cinsinden karşılığına bakılarak şekilde yapılmıştır. Böylece en yüksek miktarda metreye sahip kalıp o ayın ilk günlerinde, en düşük metre miktarına sahip kalıp ise o ayın en son günlerinde planlanmıştır. Bir önceki aydan kalan bakiye siparişler için gecikmeyi azaltmak adına gecikme ağırlıklandırılması bu planlamada da yapılmıştır. Her bir geciken miktar bir sonraki aya bir katı fazla gecikme ile planlanmıştır. Bu da geciken kalıp siparişlerinin daha erken planlanmasını sağlamaktadır.

Bir diğer alternatif olan önem ağırlıklı planlamada, önceki alternatiflerden farklı olarak önem ağırlık dereceleri belirlenmiştir ve buna bağlı olarak ek bir vardiya konulmuştur. Önem ağırlık dereceleri her bir kalıp için üretim tonajı ve ton bazlı satış fiyatı göz önüne alınarak belirlenmiştir. Ayrıca geçmiş aylardan kalan bakiyeler için gecikme ağırlandırılması önceki alternatiflerdeki gibi aynı şekilde uygulanmıştır. Bu şekilde çift ağırlıklandırma yapılmıştır. Çift ağırlıklandırma hesabı yapılırken, her bir ay için üretilmesi gereken miktar ile önem ağırlık dereceleri çarpılıp; eğer var ise önceki aydan kalan bakiyelerde gecikme ağırlıklarıyla çarpılıp toplanmıştır. Böylece aylık olarak ağırlıklandırılmış plan bulunmuştur. Ağırlıklandırılmış planda daha önceki alternatiflerde olduğu gibi miktarı fazla olan kalıp ayın ilk günlerinde, miktarı az olan kalıp ayın son günlerine doğru üretime alınmıştır.

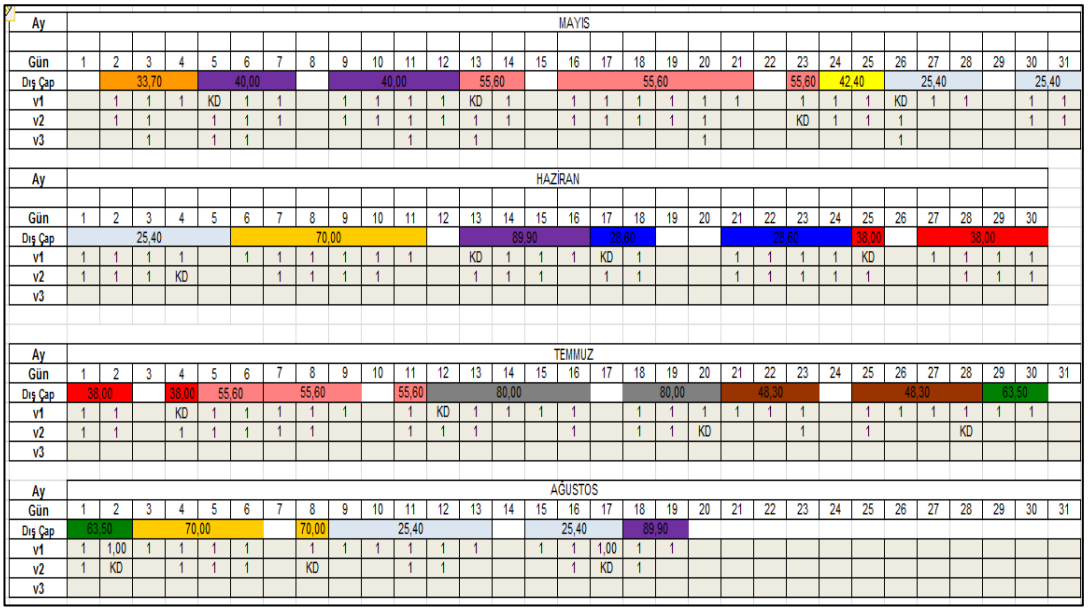
2.1. Mevcut Durum Planlama Analizi

Bu bölümde fabrika sisteminden çekilen raporlar incelenmiştir. Bu raporda her bir sipariş numarasına göre üretilen boruların ebatları, kalitesi, miktarı, müşteri termini ve siparişin üretildiği tarihler hakkında bilgiler bulunmaktadır. Böylece, çekilen bu raporlara göre 2011 yılında girilen kalıplar ve kalıpların süreleri aşağıdaki Şekil

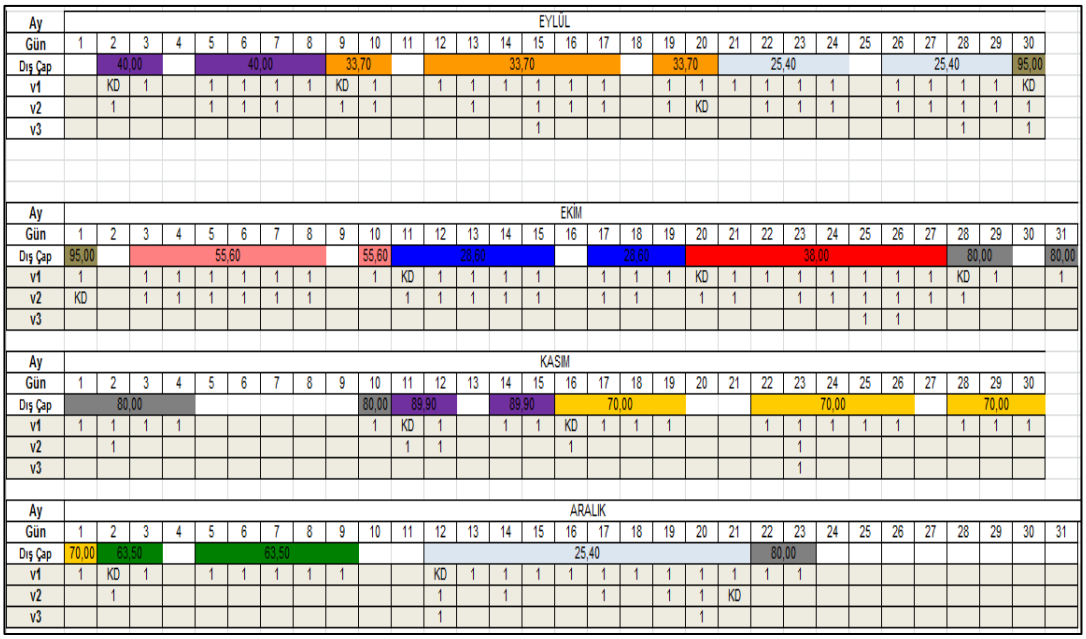
2.1., 2.2. ve 2.3.' deki gibi Gantt şemasında detaylı olarak gösterilmiştir. Ayrıca Gantt şemasında hangi gün kaç vardiya çalışıldığı ve hangi vardiyalarda kalıp değişiminin yapıldığı detaylı olarak verilmiştir. Kalıp değişim süreleri Kaynak yolu 1 hattı için bir vardiya-8 saat olarak hesaplanmıştır. Çalışılan vardiya, günlük üretilen miktarın, kalıpların vardiyadaki üretim tonajına bölünmesiyle hesaplanmıştır.



Şekil 2.1. Ocak- Şubat- Mart- Nisan ayı mevcut durum gantt şeması



Şekil 2.2. Mayıs- Haziran- Temmuz-Ağustos ayı mevcut durum gantt şeması



Şekil 2.3. Eylül- Ekim- Kasım- Aralık ayı mevcut durum gantt şeması

Yapılan Gantt Şeması'ndan hangi kalıptan toplam ne kadar üretim yapıldığını ve toplam kaç vardiya çalıştığını bulmak mümkündür. Aşağıdaki Tablo 2.2.' de kalıpların toplam çalıştığı vardiya sayıları, toplam yapılan üretim miktarları ve kalıpların kullanılma sıklığı frekansları verilmiştir. Özet tabloya göre; toplamda 50 kez kalıp değişimi olmuş, toplam 15.886.733 kg üretim olmuştur ve toplam 461 vardiya çalışılmıştır.

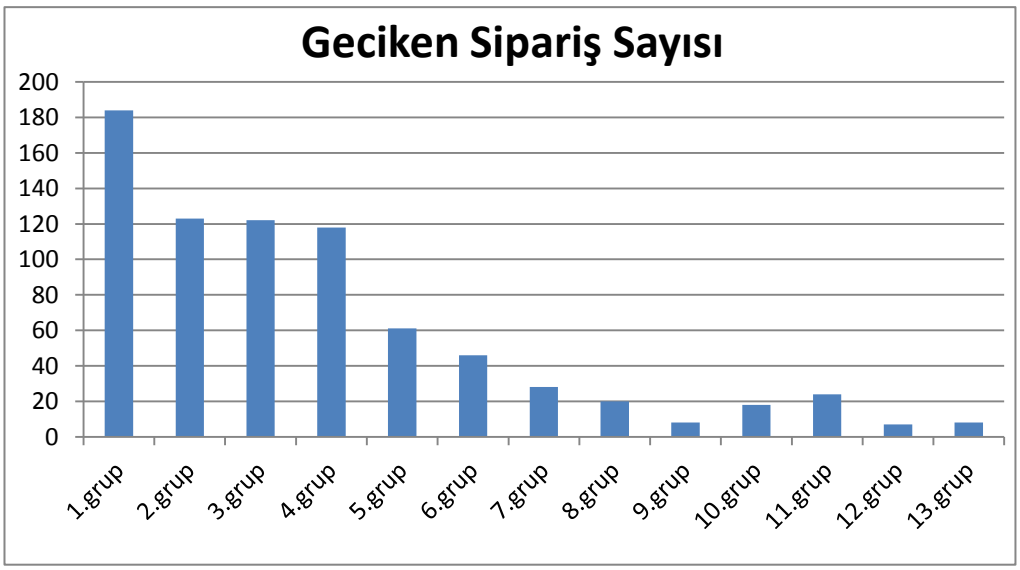
Tablo 2.2. Mevcut durum kalıplara göre 2011 yılında toplam üretilen miktar ve toplam vardiya süreleri

	ÇALIŞTIĞI GÜNLER																
DIŞ ÇAP	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Frekans	Toplam Üretim	Vardiya
25,00	3	51.332													1	51.332	3
25,40	3	55.765	15	261.747	15	328.717	15	314.656	11	220.941	16	288.017	16	307.334	7	1.777.177	91
28,60	11	171.248	11	243.219	14	268.239									3	682.706	36
33,70	12	338.352	17	461.625											2	799.977	29
38,00	7	197.882	12	282.818	16	414.319									3	895.019	35
40,00	8	283.494	14	349.581	16	466.626	9	222.617							4	1.322.318	47
42,40	6	196.601	4	156.456											2	353.057	10
48,30	10	407.309	9	324.031											2	731.340	19
55,60	4	265.801	10	342.626	17	594.266	12	451.814	13	534.673					5	2.189.180	56
63,50	7	327.090	8	381.744	5	227.661	7	273.305							4	1.209.800	27
70,00	5	314.329	8	393.651	6	396.326	10	455.054	8	417.266	15	613.897			6	2.590.523	52
80,00	6	382.843	12	536.713	9	569.801	2	145.871							4	1.635.228	29
88,90	3	162.183	3	250.869	6	325.353	3	230.888	5	272.998					5	1.242.291	20
95,00	4	283.994	3	122.792											2	406.786	7
Toplam															50	15.886.733	461

Mevcut durum analizinde ayrıca müşteri terminlerine uyumlulukta incelenmiştir. Her bir sipariş numarasına göre müşteri isteği olan tarih ile o siparişin üretim tarihi arasındaki fark alınmış ve geciken siparişler tespit edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 2.3.' de ve Şekil 2.4.' de gecikme süreleri gruplandırılmıştır. Örneğin 1 ve 10 gün arasında gecikme yaşayan siparişler 1. grupta toplanmıştır. 1. grupta geciken toplam sipariş sayısı 184'tür.

Tablo 2.3. Mevcut durumda geciken sipariş sayıları

Grup	Grup Aralığı	Geciken Sipariş Sayısı
1.grup	1-10	184
2.grup	11-20	123
3.grup	21-30	122
4.grup	31-40	118
5.grup	41-50	61
6.grup	51-60	46
7.grup	61-70	28
8.grup	71-80	20
9.grup	81-90	8
10.grup	91-100	18
11.grup	101-140	24
12.grup	141-190	7
13.grup	191 ve üstü	8



Şekil 2.4. Mevcut durumda geciken sipariş sayıları gösterimi

2.2. Kilogram Bazlı Planlama

Mevcut durum analiz edildikten sonra alternatif olarak 2011 yılı verileri kullanılarak kilogram bazlı bir planlama yapılmıştır. Mevcut durumda raporlardan alınan siparişin üretildiği tarihler bu durumda yeni plana göre revize edilmiştir.

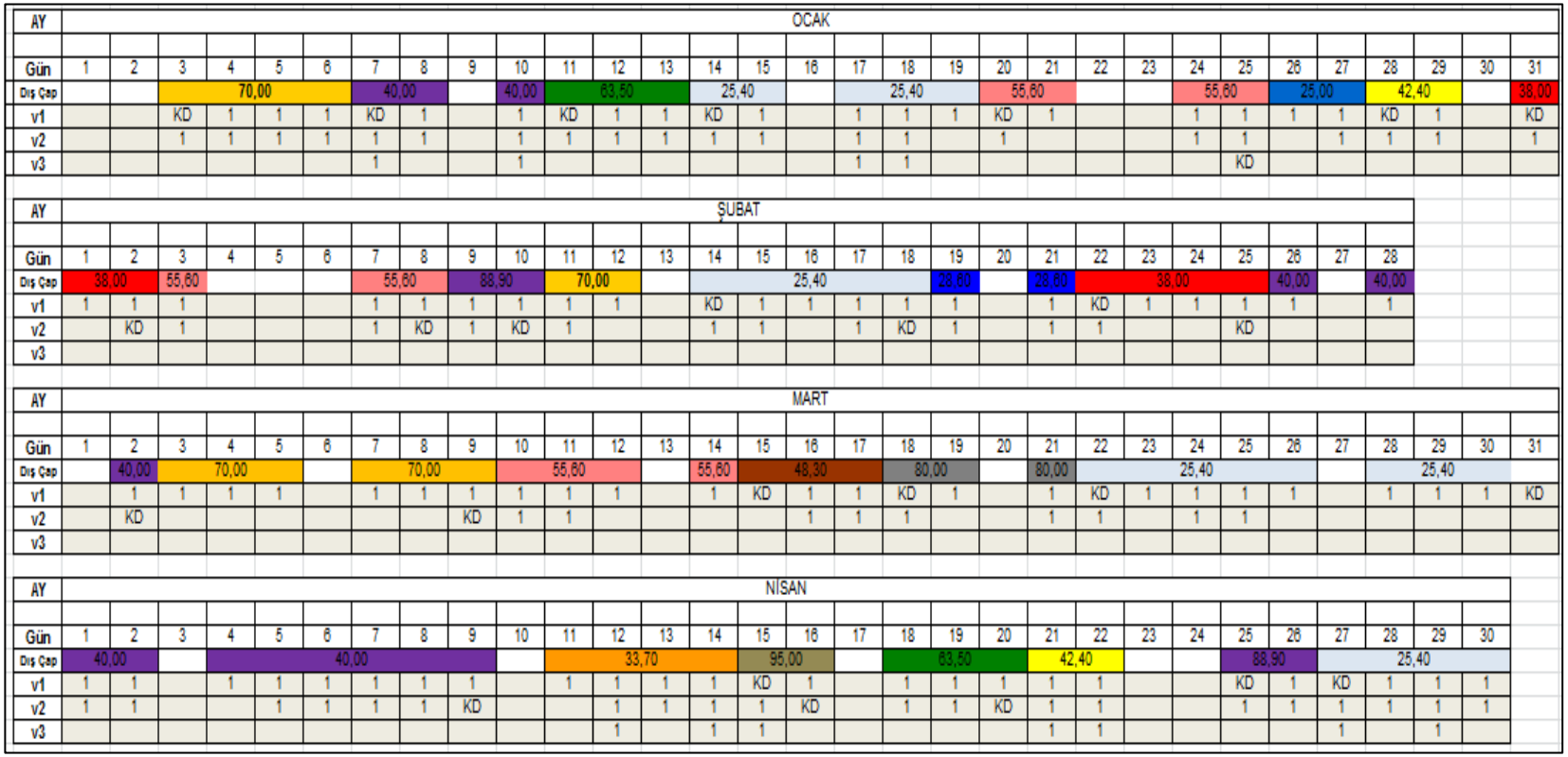
Planlama, aylık olan sipariş ihtiyaçlarına bakılarak miktarın yüksek olduğu kalıptan üretime girilecek şekilde yapılmıştır. Böylece en yüksek tonajlı kalıp o ayın ilk günlerinde, en düşük tonajlı kalıp ise o ayın en son günlerinde planlanmıştır. 14 kalıbın hepsine bir ay içerisinde girmek mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla bir önceki aydan kalan bakiye siparişlerde ayrıca hesaplanmıştır. Bir önceki aydan kalan bakiye siparişler için gecikmeyi biraz da olsa azaltmak adına gecikme ağırlıklandırılması yapılmıştır. Her bir geciken miktar bir sonraki aya bir katı fazla gecikme ile planlanmıştır. Yani Ocak ayından kalan bir bakiye Şubat ayında planlanırsa ikiyle, Mart ayında planlanırsa üç ile çarpılmaktadır. Bu da geciken kalıp siparişlerinin daha erken planlanmasını sağlamaktadır.

Bu planlamayı yaparken kalıp değişim frekanslarının artmasında bir sakınca görülmemiştir. Hatta mümkün oldukça daha fazla kalıp değişimi ile daha çok kalıba girmek amaçlanmıştır.

Kilogram ile yapılan planlamada girilen kalıplar ve kalıpların sürelerini aşağıdaki Şekil 2.5., 2.6. ve 2.7.'deki gibi Gantt şemasında detaylı olarak gösterilmiştir. Ayrıca Gantt şemasında hangi gün kaç vardiya çalışıldığı ve hangi vardiyalarda kalıp değişiminin yapıldığı detaylı olarak verilmiştir.

Yapılan Gantt Şeması'ndan hangi kalıptan toplam ne kadar üretim yapıldığını ve toplam kaç vardiya çalıştığını bulmak mümkündür.

Aşağıdaki Tablo 2.4.' de kalıpların toplam çalıştığı vardiya sayıları, toplam yapılan üretim miktarları ve kalıpların kullanılma sıklığı frekansları verilmiştir. Özet tabloya göre; toplamda 68 kez kalıp değişimi olmuş, toplam 14.140.776 kg üretim olmuştur ve toplam 440 vardiya çalışılmıştır.



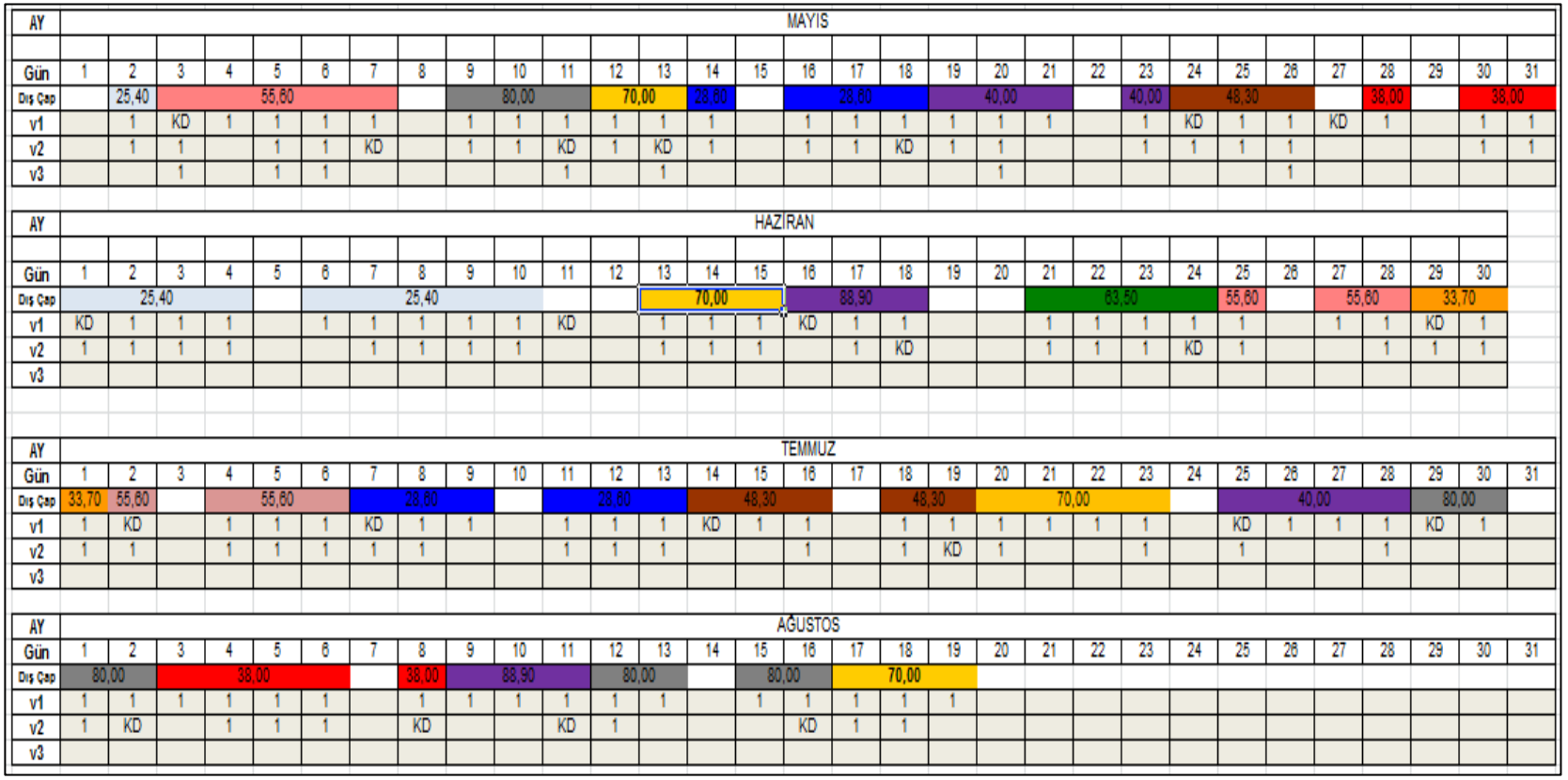
AY	OCAK																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap			70,00				40,00			40,00	63,50			25,40			25,40			55,60				55,60		25,00		42,40			38,00
v1			KD	1	1	1	KD	1		1	KD	1	1	KD	1		1	1	1	KD	1			1	1	1	1	KD	1		KD
v2			1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1		1				1	1		1	1	1		1
v3							1			1							1	1							KD						

AY	ŞUBAT																											
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Dış Çap	38,00		55,60				55,60		88,90		70,00			25,40					28,60		28,60	38,00				40,00		40,00	
v1	1	1	1				1	1	1	1	1	1		KD	1	1	1	1	1		1	KD	1	1	1	1		1	
v2		KD	1				1	KD	1	KD	1			1	1		1	KD	1		1	1			KD				
v3																													

AY	MART																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap		40,00	70,00				70,00			55,60				55,60	48,30			80,00			80,00	25,40						25,40			
v1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	KD	1	1	KD	1		1	KD	1	1	1	1		1	1	1	KD
v2		KD							KD	1	1					1	1	1			1	1		1	1						
v3																															

AY	NİSAN																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap	40,00			40,00							33,70				95,00			83,50			42,40				88,90		25,40			
v1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	KD	1		1	1	1	1	1			KD	1	KD	1	1	1
v2	1	1			1	1	1	1	KD			1	1	1	1	KD		1	1	KD	1	1			1	1	1	1	1	1
v3												1		1	1						1	1					1		1	

Şekil 2.5. Ocak- Şubat- Mart- Nisan ayı kilogram bazlı planlama gantt şeması



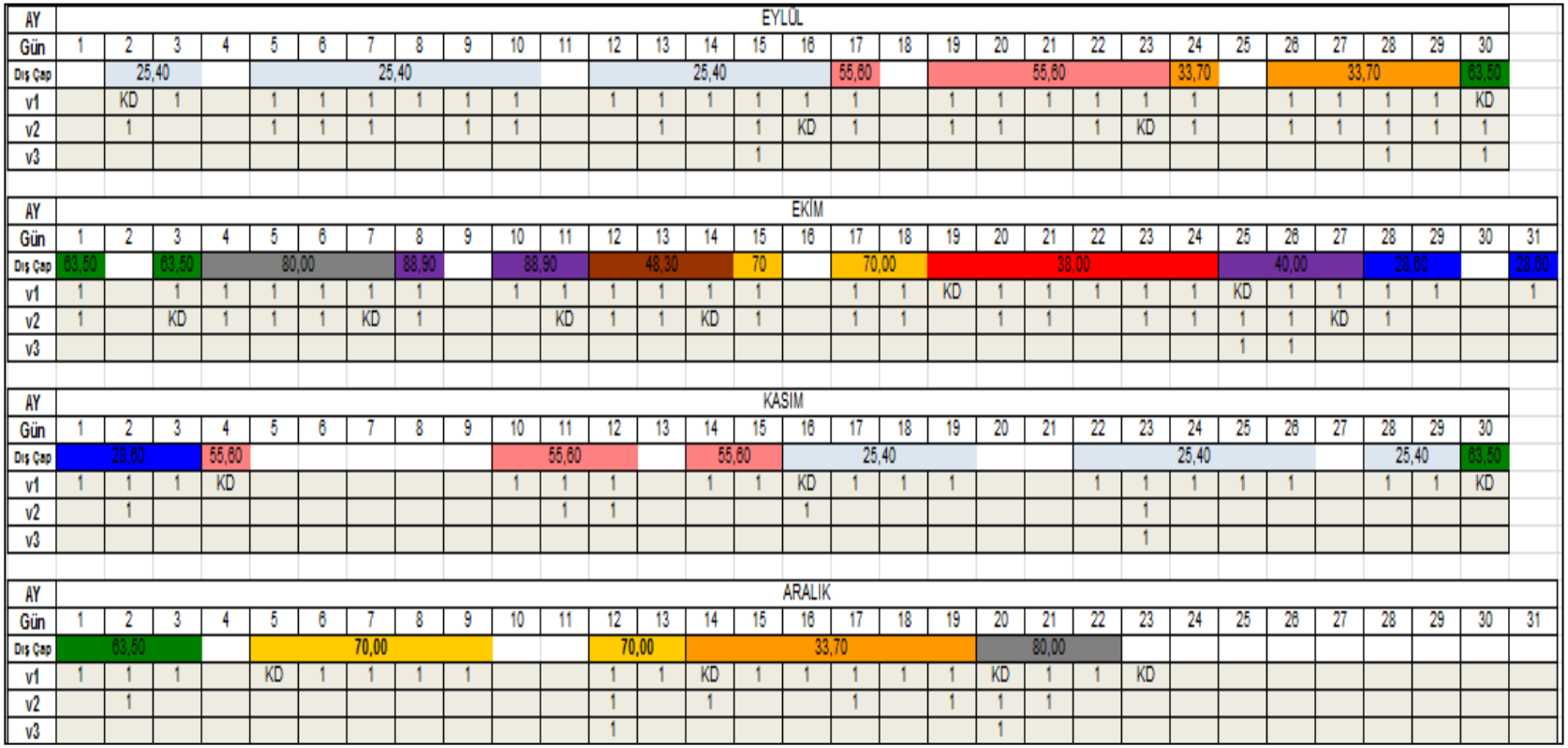
AY	MAYIS																														
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap		25,40	55,60						80,00			70,00		28,60		28,60			40,00				40,00	48,30				38,00		38,00		
v1		1	KD	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	KD	1	1	KD	1		1	1
v2		1	1		1	1	KD		1	1	KD	1	KD	1		1	1	KD	1	1			1	1	1	1				1	1
v3			1		1	1					1		1							1						1					

AY	HAZİRAN																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap	25,40					25,40							70,00			88,90					63,50				55,60		55,60		33,70	
v1	KD	1	1	1		1	1	1	1	1	KD		1	1	1	KD	1	1			1	1	1	1	1		1	1	KD	1
v2	1	1	1	1			1	1	1	1			1	1	1		1	KD			1	1	1	KD	1			1	1	1
v3																														

AY	TEMMUZ																														
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	33,70	55,60		55,60			28,60				28,60			48,30				48,30		70,00					40,00				80,00		
v1	1	KD		1	1	1	KD	1	1		1	1	1	KD	1	1		1	1	1	1	1	1		KD	1	1	1	KD	1	
v2	1	1		1	1	1	1	1			1	1	1			1		1	KD	1			1		1			1			
v3																															

AY	AĞUSTOS																														
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	80,00		38,00					38,00	88,90			80,00			80,00		70,00														
v1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1												
v2	1	KD		1	1	1		KD			KD	1				KD	1	1													
v3																															

Şekil 2.6. Mayıs- Haziran- Temmuz- Ağustos ayı kilogram bazlı planlama gantt şeması



AY	EYLÜL																												
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap		25,40			25,40							25,40					55,60		55,60					33,70		33,70				63,50
v1		KD	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	KD
v2		1			1	1	1		1	1			1		1	KD	1		1	1		1	KD	1		1	1	1	1	1
v3															1													1		1

AY	EKİM																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	63,50		63,50		80,00			88,90		88,90		48,30			70		70,00		38,00						40,00			28,60			28,60
v1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	KD	1	1	1	1	1	KD	1	1	1	1		1
v2	1		KD	1	1	1	KD	1			KD	1	1	KD	1		1	1		1	1		1	1	1	1	KD	1			
v3																									1	1					

AY	KASIM																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap	28,60			55,60						55,60				55,60		25,40							25,40					25,40		63,50
v1	1	1	1	KD						1	1	1		1	1	KD	1	1	1			1	1	1	1	1		1	1	KD
v2		1									1	1				1							1							
v3																							1							

AY	ARALIK																														
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	63,50				70,00							70,00		33,70						80,00											
v1	1	1	1		KD	1	1	1	1			1	1	KD	1	1	1	1	1	KD	1	1	KD								
v2		1										1		1			1		1	1	1										
v3												1								1											

Şekil 2.7. Eylül- Ekim- Kasım- Aralık ayı kilogram bazlı planlama gantt şeması

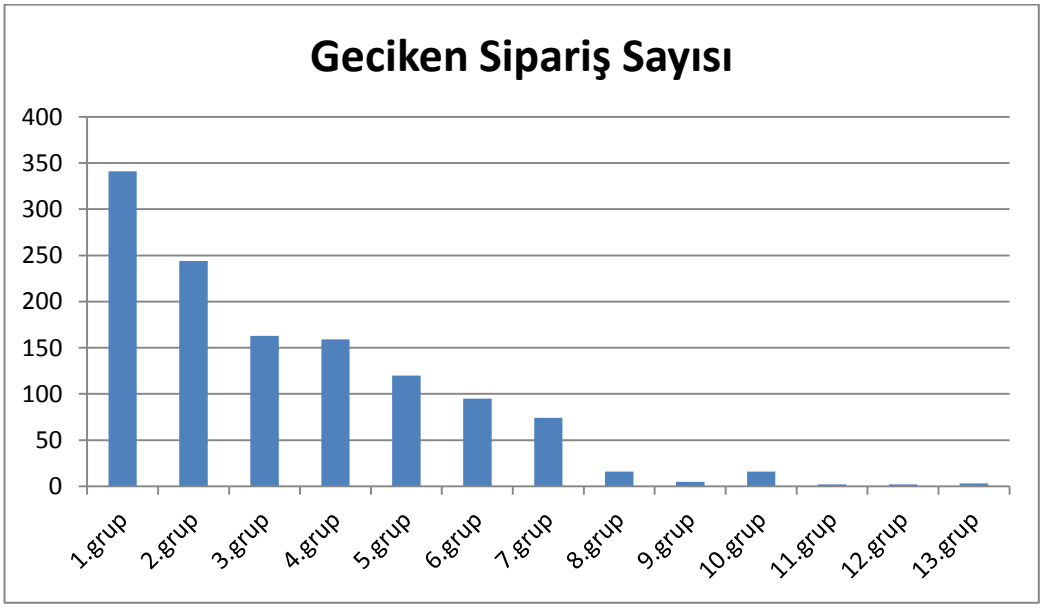
Tablo 2.4. Kilogram bazlı planlamada kalıplara göre 2011 yılında toplam üretilen miktar ve toplam vardiya süreleri

DIŞ ÇAP	Vardiya	Dilim Kg	Vardiya	Dilim Kg	Vardiya	Dilim Kg	Vardiya	Dilim Kg	Vardiya	Dilim Kg	Vardiya	Dilim Kg	Vardiya	Dilim Kg	Vardiya	Dilim Kg	Vardiya	Dilim Kg	Frekans	Toplam Üretim Miktarı	Vardiya
25,00	3	39.226																	1	39.226	3
25,40	10	167.091	7	123.211	10	169.766	11	190.739	16	277.931	21	360.516	13	232.270					7	1.521.524	88
28,60	4	72.220	8	143.022	10	186.295	8	141.367											4	542.904	30
33,70	9	204.694	5	107.680	11	242.906	8	177.453											4	732.733	33
38,00	3	70.462	4	97.481	5	118.121	8	197.233	9	242.332									5	725.629	29
40,00	7	185.463	3	67.251	14	377.633	8	202.928	5	120.105	6	142.636							6	1.096.016	43
42,40	3	74.676	6	167.327															2	242.003	9
48,30	4	130.719	6	209.027	6	194.650	5	145.135											4	679.531	21
55,60	6	209.166	5	164.964	6	218.830	10	381.797	5	202.752	7	267.870	10	396.485	7	270.835			8	2.112.699	56
63,50	5	188.629	5	233.574	7	290.134	5	201.966	4	153.687									5	1.067.990	26
70,00	7	349.278	3	132.084	6	293.367	4	198.222	6	275.473	6	285.812	5	235.145	6	315.378	8	402.249	9	2.487.008	51
80,00	4	194.827	5	272.654	4	193.476	5	278.409	7	371.341	5	249.376							6	1.560.083	30
88,90	3	165.692	3	180.756	3	198.207	3	215.576	4	265.135									5	1.025.366	16
95,00	3	192.605	2	115.459															2	308.064	5
Toplam																			**68**	**14.140.776**	**440**

Kilogram bazlı planlamada da ayrıca müşteri terminlerine uyumluluk incelenmiştir. Her bir sipariş numarasına göre müşteri isteği olan tarih ile o siparişin üretim tarihi arasındaki fark alınmış ve geciken siparişler tespit edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 2.5.' de ve Şekil 2.8.'de gecikme süreleri gruplandırılmıştır. Örneğin 1 ve 10 gün arasında gecikme yaşayan siparişler 1. grupta toplanmıştır. 1. grupta geciken toplam sipariş sayısı 341'dir.

Tablo 2.5. Kilogram bazlı planlamada geciken sipariş sayıları

Grup	Grup Aralığı	Geciken Sipariş Sayısı
1.grup	1-10	341
2.grup	11-20	244
3.grup	21-30	163
4.grup	31-40	159
5.grup	41-50	120
6.grup	51-60	95
7.grup	61-80	74
8.grup	81-90	16
9.grup	91-100	5
10.grup	101-120	16
11.grup	121-176	2
12.grup	177-211	2
13.grup	212 ve üstü	3



Şekil 2.8. Kilogram bazlı planlamada geciken sipariş sayıları gösterimi

2.3. Metre Bazlı Planlama

Kilogram bazlı planlama da analiz edildikten sonra alternatif olarak 2011 yılı verileri kullanılarak metre bazlı bir planlama yapılmıştır. Mevcut durumda raporlardan alınan siparişin üretildiği tarihler bu durumda yeni plana göre revize edilmiştir.

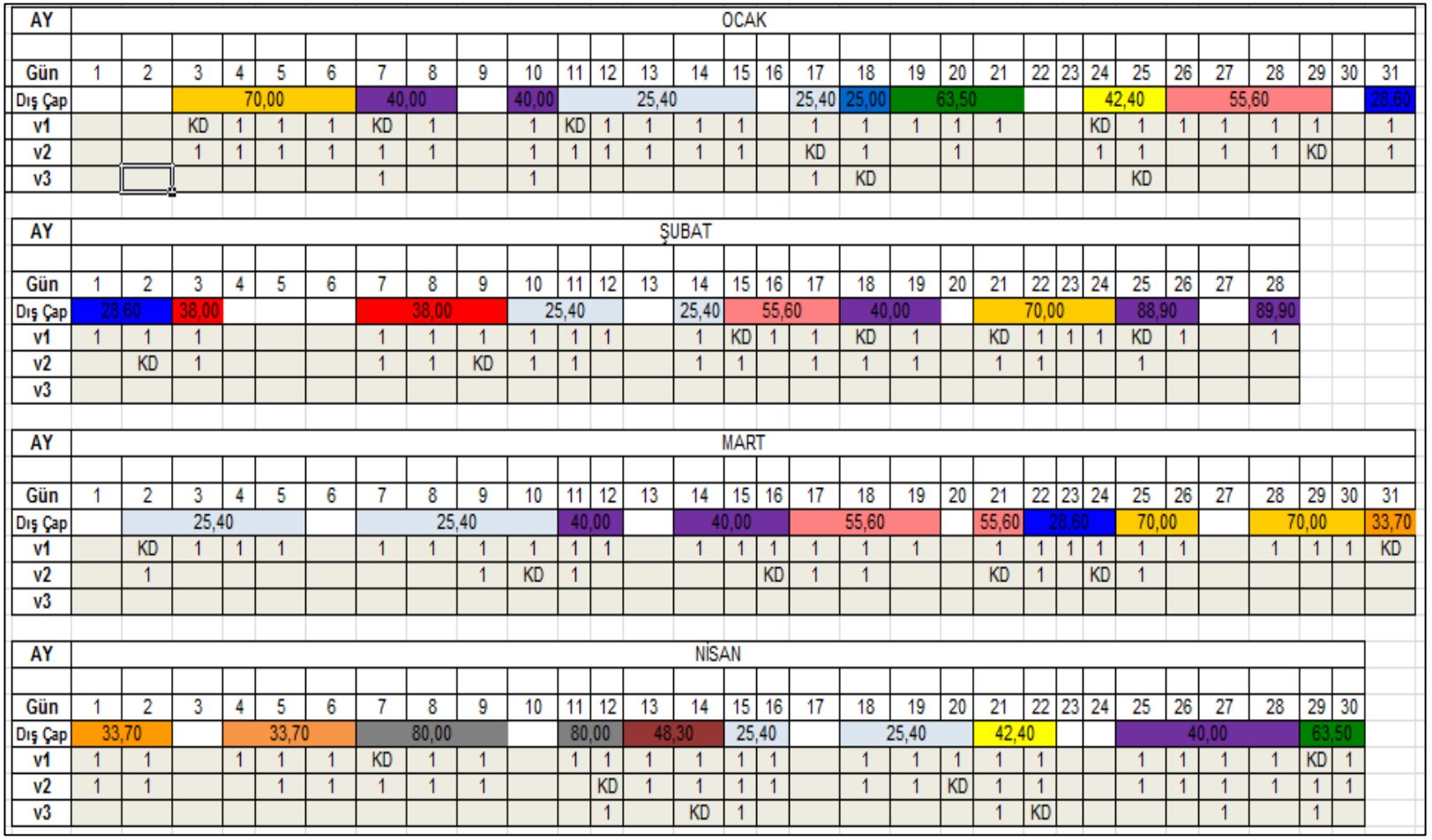
Planlama, bu sefer aylık olan sipariş ihtiyaçların metre cinsinden karşılığına bakılarak şekilde yapılmıştır. Böylece en yüksek miktarda metreye sahip kalıp o ayın ilk günlerinde, en düşük metre miktarına sahip kalıp ise o ayın en son günlerinde planlanmıştır. Bir önceki aydan kalan bakiye siparişler için gecikmeyi azaltmak adına gecikme ağırlıklandırılması bu planlamada da yapılmıştır. Her bir geciken miktar bir sonraki aya bir katı fazla gecikme ile planlanmıştır. Yani Ocak ayından kalan bir bakiye Şubat ayında planlanırsa ikiyle, Mart ayında planlanırsa üç ile çarpılmaktadır. Bu da geciken kalıp siparişlerinin daha erken planlanmasını sağlamaktadır.

Bu planlamayı yaparken kalıp değişim frekanslarının artmasında bir sakınca görülmemiştir. Hatta mümkün oldukça daha fazla kalıp değişimi ile daha çok kalıba girmek bu planlamada da amaçlanmıştır.

Metre ile yapılan planlamada girilen kalıplar ve kalıpların sürelerini aşağıdaki Şekil 2.9., 2.10. ve 2.11.'deki gibi Gantt şemasında detaylı olarak gösterilmiştir. Ayrıca Gantt şemasında hangi gün kaç vardiya çalışıldığı ve hangi vardiyalarda kalıp değişiminin yapıldığı detaylı olarak verilmiştir.

Yapılan Gantt Şeması'ndan hangi kalıptan toplam ne kadar üretim yapıldığını ve toplam kaç vardiya çalıştığını bulmak mümkündür.

Tablo 2.6.' da kalıpların toplam çalıştığı vardiya sayıları, toplam yapılan üretim miktarları ve kalıpların kullanılma sıklığı frekansları verilmiştir. Özet tabloya göre; toplamda 70 kez kalıp değişimi olmuş, toplam 4.675.016 mt üretim olmuştur ve toplam 438 vardiya çalışılmıştır.



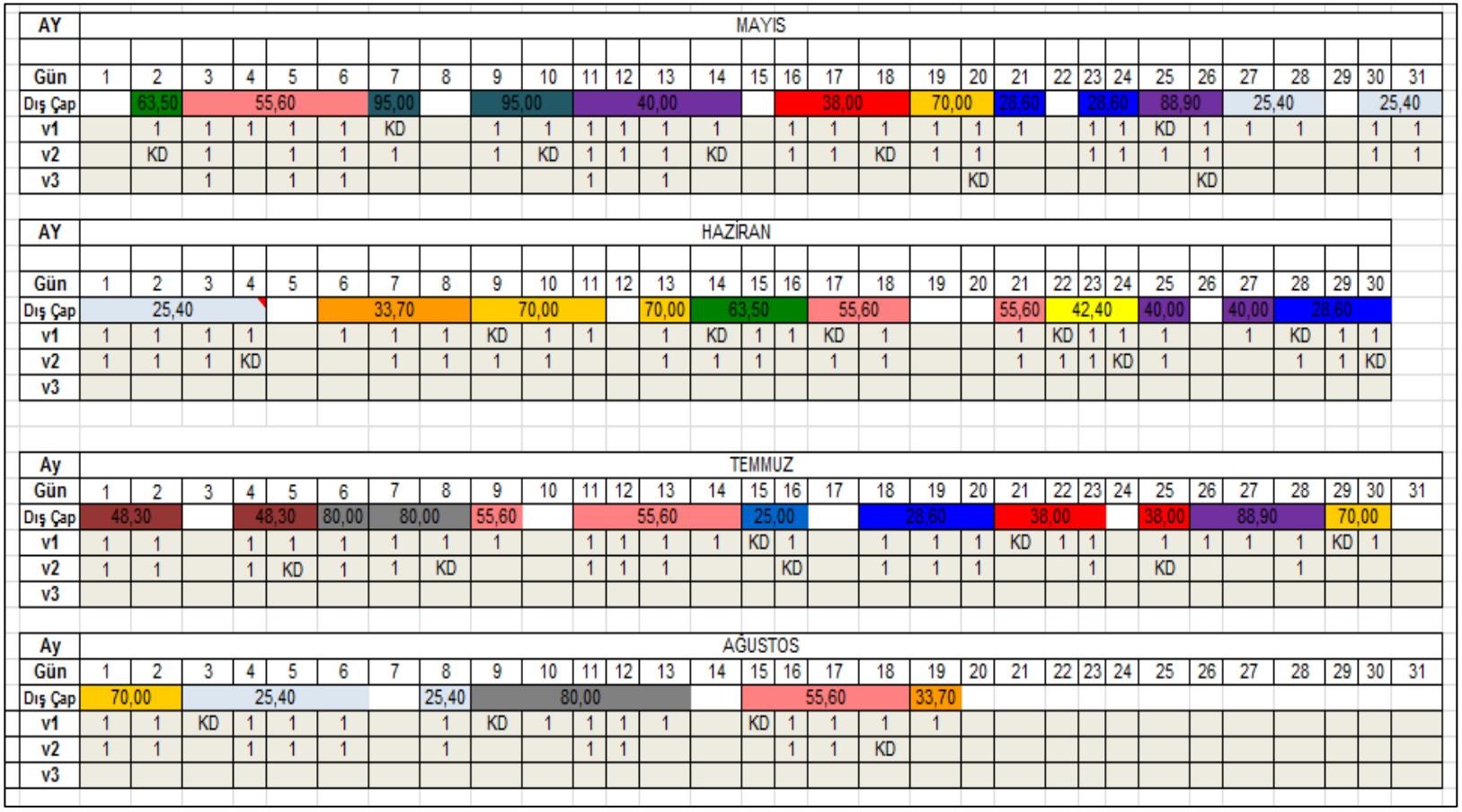
AY	OCAK																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap			70,00				40,00			40,00	25,40						25,40	25,00	63,50					42,40		55,60					28,60
v1			KD	1	1	1	KD	1		1	KD	1	1	1	1		1	1	1	1	1			KD	1	1	1	1	1		1
v2			1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		KD	1		1				1	1		1	1	KD		1
v3							1			1							1	KD							KD						

AY	ŞUBAT																												
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Dış Çap	28,60		38,00				38,00			25,40				25,40	55,60			40,00			70,00				88,90			89,90	
v1	1	1	1				1	1	1	1	1	1		1	KD	1	1	KD	1		KD	1	1	1	KD	1		1	
v2		KD	1				1	1	KD	1	1			1	1		1	1	1		1	1			1				
v3																													

AY	MART																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap		25,40					25,40				40,00			40,00			55,60				55,60	28,60			70,00			70,00			33,70
v1		KD	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	KD
v2		1							1	KD	1					KD	1	1			KD	1		KD	1						
v3																															

AY	NİSAN																														
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap	33,70			33,70			80,00				80,00		48,30		25,40			25,40			42,40				40,00				63,50	
v1	1	1		1	1	1	KD	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1			1	1	1	1	KD	1
v2	1	1			1	1	1	1	1			KD	1	1	1	1		1	1	KD	1	1			1	1	1	1	1	1
v3												1		KD	1						1	KD					1		1	

Şekil 2.9. Ocak- Şubat- Mart- Nisan ayı metre bazlı planlama gantt şeması



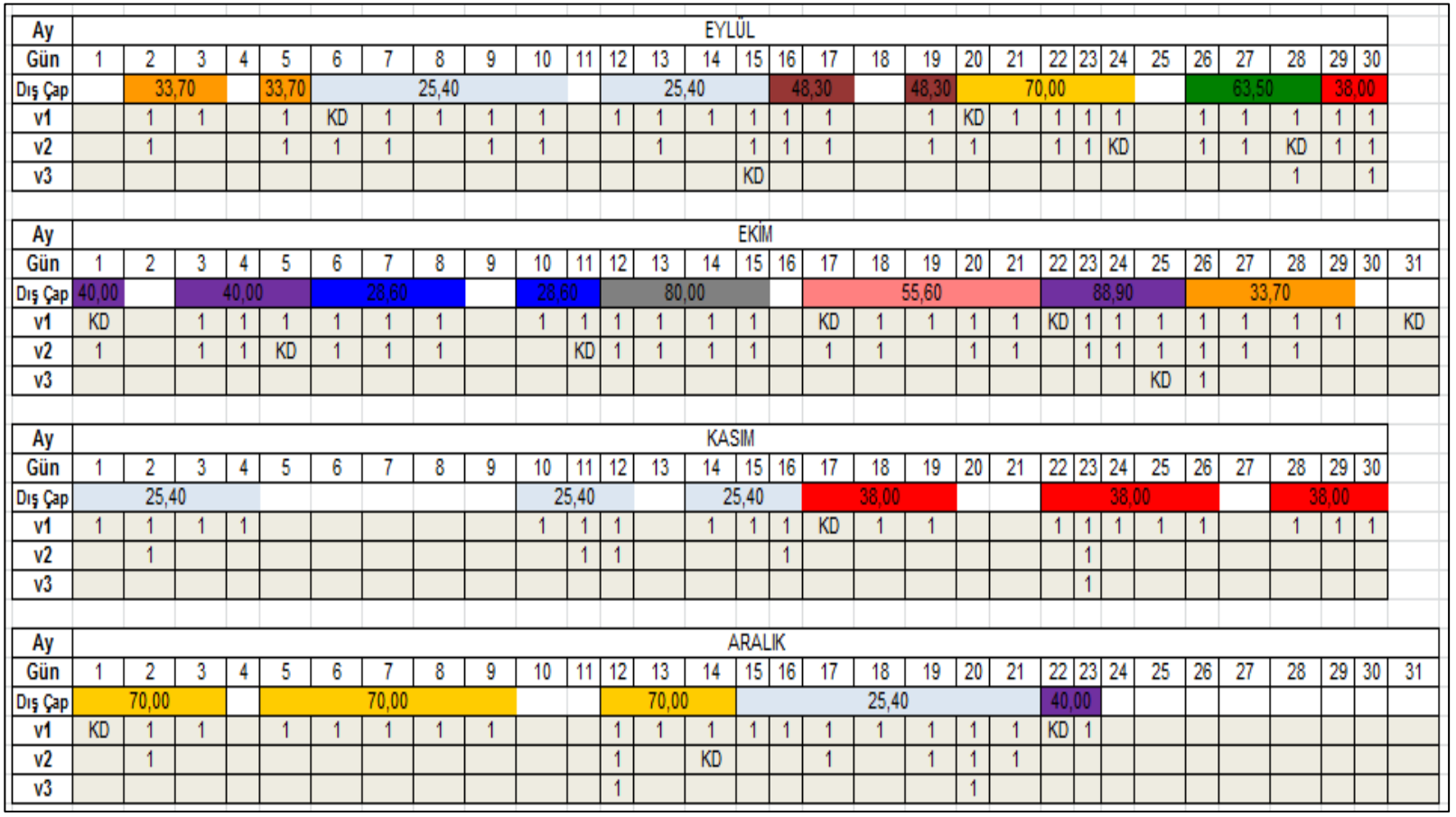
AY	MAYIS																														
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap		63,50	55,60				95,00		95,00		40,00					38,00			70,00		28,60		28,60		88,90		25,40			25,40	
v1		1	1	1	1	1	KD		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	KD	1	1	1		1	1
v2		KD	1		1	1	1		1	KD	1	1	1	KD		1	1	KD	1	1			1	1	1	1				1	1
v3			1		1	1					1		1							KD						KD					

AY	HAZİRAN																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap	25,40					33,70			70,00			70,00		63,50			55,60				55,60		42,40		40,00		40,00		28,60	
v1	1	1	1	1		1	1	1	KD	1	1		1	KD	1	1	KD	1			1	KD	1	1	1		1	KD	1	1
v2	1	1	1	KD			1	1	1	1			1	1	1		1	1			1	1	1	KD	1			1	1	KD
v3																														

Ay	TEMMUZ																														
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	48,30			48,30		80,00	80,00		55,60		55,60				25,00			28,60			38,00				38,00		88,90		70,00		
v1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	KD	1		1	1	1	KD	1	1		1	1	1	1	KD	1	
v2	1	1		1	KD	1	1	KD			1	1	1			KD		1	1	1			1		KD			1			
v3																															

Ay	AĞUSTOS																														
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	70,00		25,40					25,40	80,00						55,60				33,70												
v1	1	1	KD	1	1	1		1	KD	1	1	1	1		KD	1	1	1	1												
v2	1	1		1	1	1		1			1	1				1	1	KD													
v3																															

Şekil 2.10. Mayıs- Haziran- Temmuz- Ağustos ayı metre bazlı planlama gantt şeması



Ay	EYLÜL																												
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap		33,70			33,70	25,40						25,40				48,30			48,30	70,00						63,50			38,00	
v1		1	1		1	KD	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	KD	1	1	1	1		1	1	1	1	1
v2		1			1	1	1		1	1			1		1	1	1		1	1		1	1	KD		1	1	KD	1	1
v3															KD													1		1

Ay	EKİM																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	40,00		40,00			28,60				28,60		80,00					55,60					88,90				33,70					
v1	KD		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		KD	1	1	1	1	KD	1	1	1	1	1	1	1		KD
v2	1		1	1	KD	1	1	1			KD	1	1	1	1		1	1		1	1		1	1	1	1	1	1			
v3																									KD	1					

Ay	KASIM																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap	25,40									25,40				25,40			38,00					38,00						38,00		
v1	1	1	1	1						1	1	1		1	1	1	KD	1	1			1	1	1	1	1		1	1	1
v2		1									1	1				1							1							
v3																							1							

Ay	ARALIK																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	70,00				70,00							70,00			25,40							40,00									
v1	KD	1	1		1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	KD	1								
v2		1										1		KD			1		1	1	1										
v3												1								1											

Şekil 2.11. Eylül- Ekim- Kasım- Aralık ayı metre bazlı planlama gantt şeması

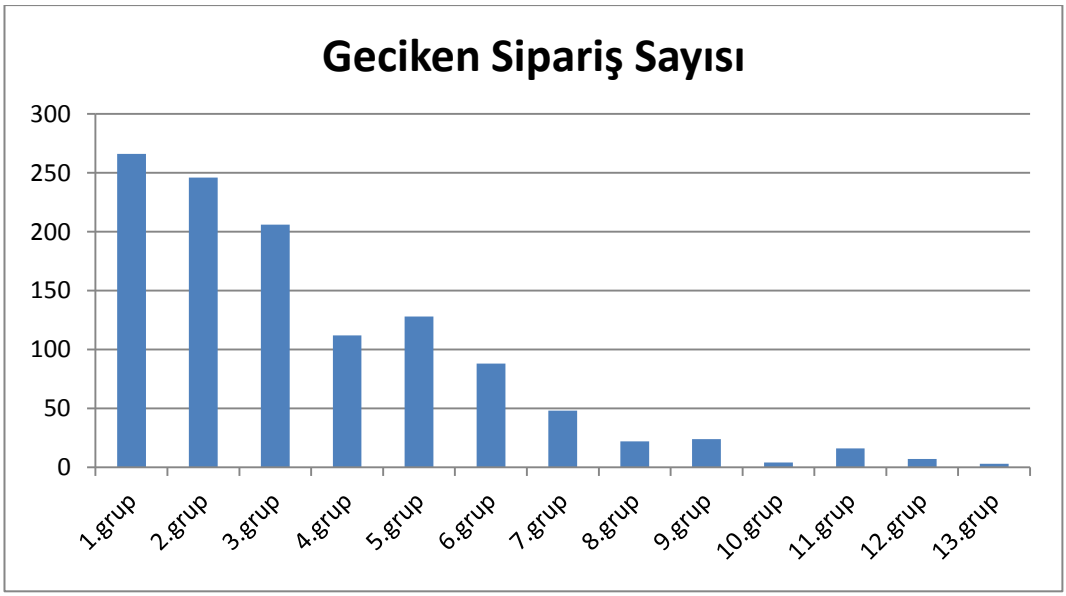
Tablo 2.6. Metre bazlı planlamada kalıplara göre 2011 yılında toplam üretilen miktar ve toplam vardiya süreleri

DIŞ ÇAP	Vardiya	Mt	Vardiya	Mt	Vardiya	Mt	Vardiya	Mt	Vardiya	Mt	Vardiya	Mt	Vardiya	Mt	Vardiya	Mt	Vardiya	Mt	Vardiya	Mt	Frekans	Toplam Üretim-Metre	Vardiya
25,00	3	41.375	1	11.550																	2	52.925	4
25,40	10	111.925	7	76.682	9	110.211	10	118.874	5	55.771	8	97.042	9	101.034	14	168.379	14	161.067	12	141.633	10	1.142.619	98
28,60	4	39.618	4	41.289	5	46.097	4	36.059	6	61.989	8	78.819									6	303.871	31
33,70	9	79.564	5	38.105	6	51.082	8	72.114													4	240.866	28
38,00	7	76.763	5	53.731	4	42.447	6	61.947	12	144.003											5	378.890	34
40,00	7	81.147	3	37.411	6	72.007	9	115.821	9	106.289	3	38.477	6	75.391	1	11.391					8	537.933	44
42,40	3	32.524	5	49.183	4	37.774															3	119.481	12
48,30	5	56.097	7	87.647	6	67.905															3	211.649	18
55,60	6	57.775	4	38.473	6	57.222	10	110.025	5	52.883	8	83.831	5	55.358	8	84.170					8	539.737	52
63,50	4	35.879	5	48.144	4	32.581	5	39.209													4	155.813	18
70,00	7	68.134	5	51.792	6	55.541	4	39.854	6	58.466	5	46.930	7	66.348	13	133.395					8	520.461	53
80,00	7	82.688	5	52.327	6	69.763	8	93.185													4	297.962	26
88,90	3	19.606	3	24.652	4	34.862	6	50.201													4	129.320	16
95,00	4	43.489																			1	43.489	4
Toplam																					**70**	**4.675.016**	**438**

Metre bazlı planlamada da ayrıca müşteri terminlerine uyumluluk incelenmiştir. Her bir sipariş numarasına göre müşteri isteği olan tarih ile o siparişin üretim tarihi arasındaki fark alınmış ve geciken siparişler tespit edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 2.7.' de ve Şekil 2.12.'de gecikme süreleri gruplandırılmıştır. Örneğin 1 ve 10 gün arasında gecikme yaşayan siparişler 1. grupta toplanmıştır. 1. grupta geciken toplam sipariş sayısı 266'dır.

Tablo 2.7. Metre bazlı planlamada geciken sipariş sayıları

Grup	Grup Aralığı	Geciken Sipariş Sayısı
1.grup	1-10	266
2.grup	11-20	246
3.grup	21-30	206
4.grup	31-40	112
5.grup	41-50	128
6.grup	51-60	88
7.grup	61-70	48
8.grup	71-80	22
9.grup	81-90	24
10.grup	91-100	4
11.grup	101-130	16
12.grup	130-175	7
13.grup	212 ve üstü	3



Şekil 2.12. Metre bazlı planlamada geciken sipariş sayıları gösterimi

2.4. Önem Ağırlıklı Planlama

Bir diğer alternatif olan Önem Ağırlıklı Planlamada stok maliyeti ve müşteri terminlerindeki gecikmeleri azaltmak için planlama yapılmıştır. Bu planlamada önceki alternatiflerden farklı olarak önem ağırlık dereceleri belirlenmiştir ve buna bağlı olarak ek bir vardiya konulmuştur.

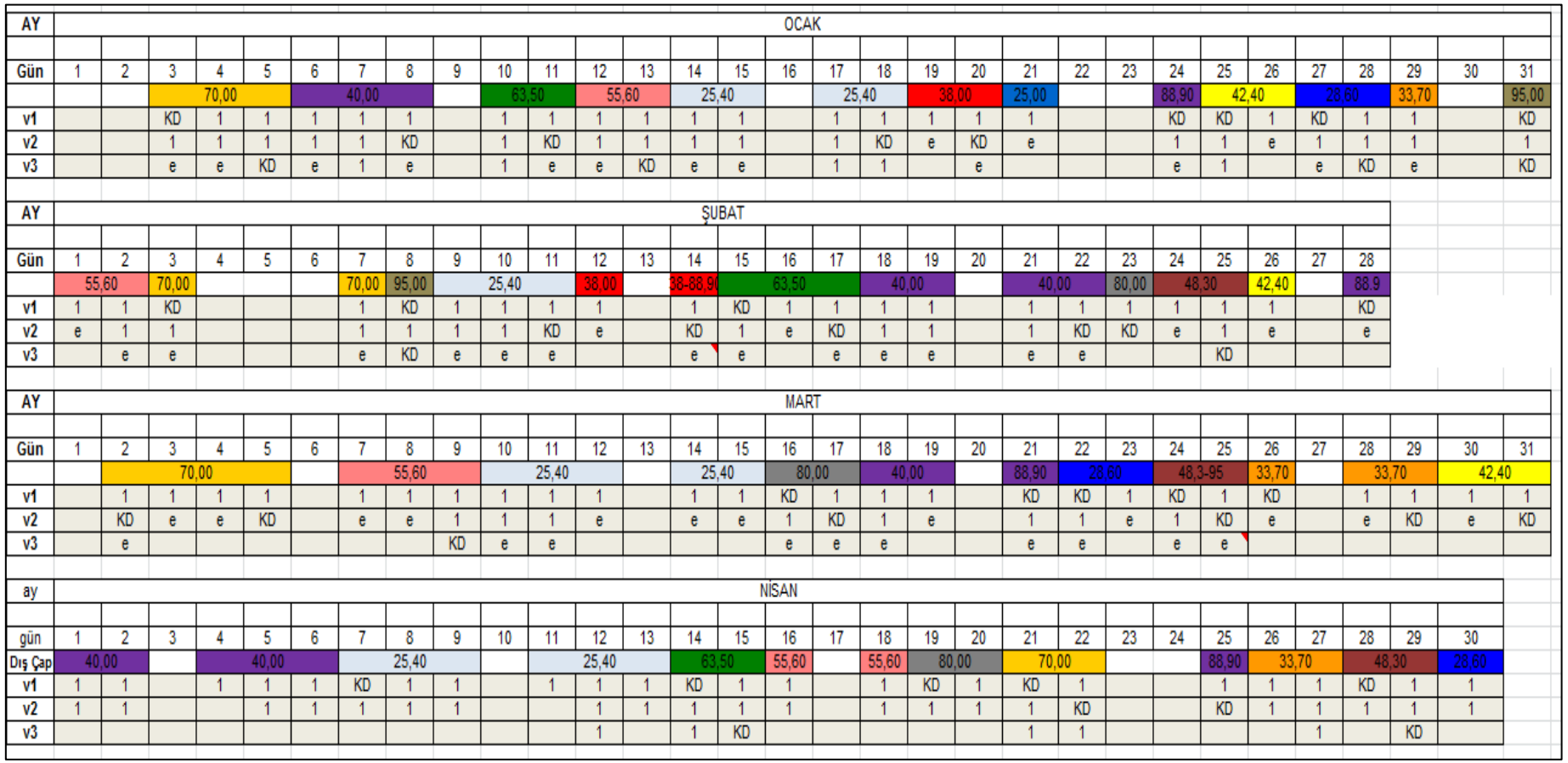
Önem ağırlık dereceleri her bir kalıp için üretim tonajı ve ton bazlı satış fiyatı göz önüne alınarak belirlenmiştir. Ayrıca geçmiş aylardan kalan bakiyeler için gecikme ağırlandırılması önceki alternatiflerdeki gibi aynı şekilde uygulanmıştır. Bu şekilde çift ağırlıklandırma yapılmıştır. Çift ağırlıklandırma hesabı yapılırken, her bir ay için üretilmesi gereken miktar ile önem ağırlık dereceleri çarpılıp; eğer var ise önceki aydan kalan bakiyelerde gecikme ağırlıklarıyla çarpılıp toplanmıştır. Böylece aylık olarak ağırlıklandırılmış plan bulunmuştur.

Ağırlıklandırılmış planda daha önceki alternatiflerde olduğu gibi miktarı fazla olan kalıp ayın ilk günlerinde, miktarı az olan kalıp ayın son günlerine doğru üretime alınmıştır.

Önem ağırlıkları ile yapılan planlamada girilen kalıplar ve kalıpların sürelerini aşağıdaki Şekil 2.13., 2.14. ve 2.15.'deki gibi Gantt şemasında detaylı olarak gösterilmiştir. Ayrıca Gantt şemasında hangi gün kaç vardiya çalışıldığı ve hangi vardiyalarda kalıp değişiminin yapıldığı detaylı olarak verilmiştir.

Yapılan Gantt Şeması'ndan hangi kalıptan toplam ne kadar üretim yapıldığını ve toplam kaç vardiya çalıştığını bulmak mümkündür.

Aşağıdaki Tablo 2.8.' de kalıpların toplam çalıştığı vardiya sayıları, toplam yapılan üretim miktarları ve kalıpların kullanılma sıklığı frekansları verilmiştir. Özet tabloya göre; toplamda 139 kez kalıp değişimi olmuş, toplam 17.233.269 kg üretim olmuştur ve toplam 530 vardiya çalışılmıştır.



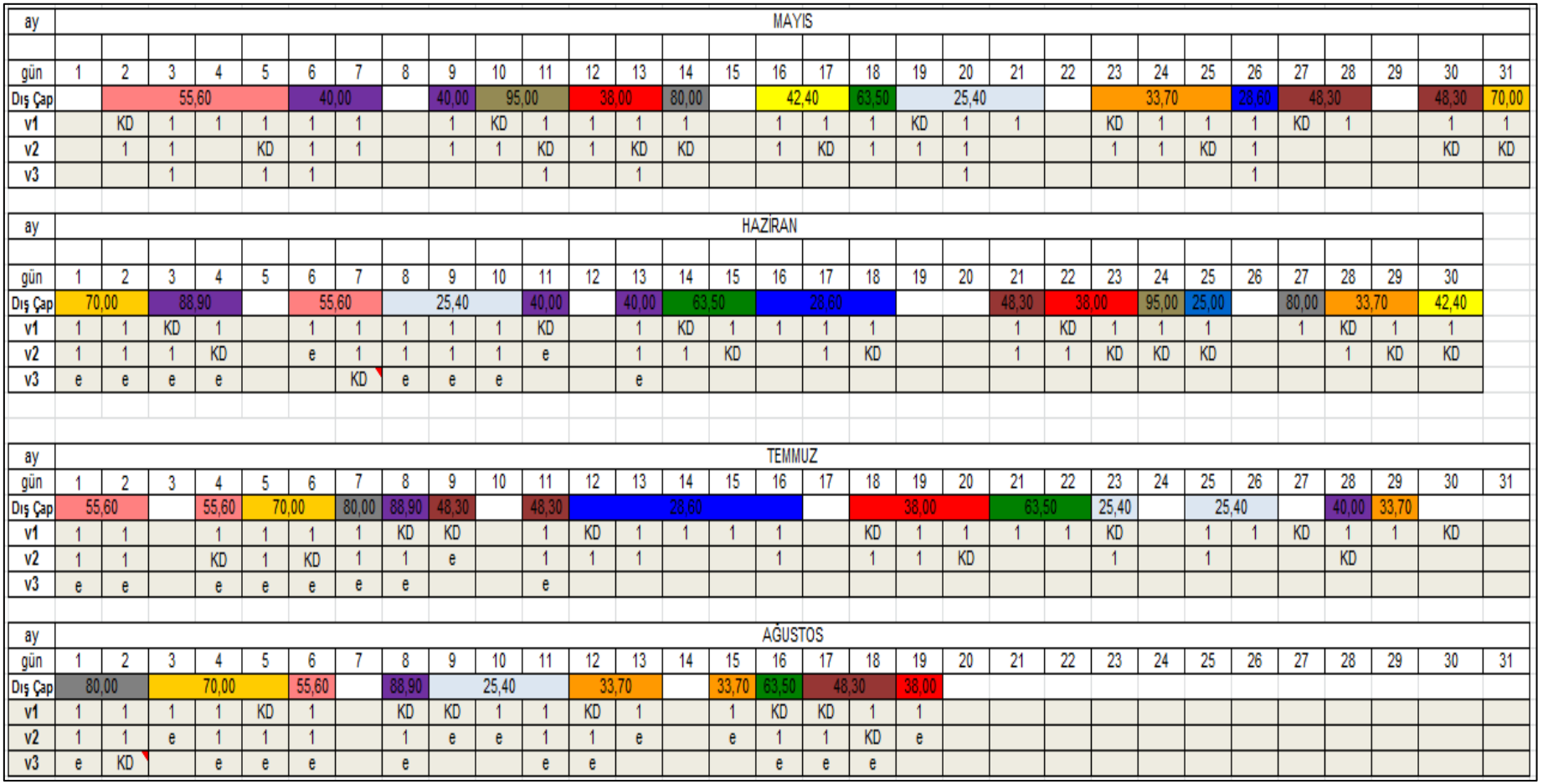
AY	OCAK																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			70,00			40,00				63,50		55,60		25,40			25,40		38,00		25,00			88,90	42,40		28,60		33,70		95,00
v1			KD	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1			KD	KD	1	KD	1	1		KD
v2			1	1	1	1	1	KD		1	KD	1	1	1	1		1	KD	e	KD	e			1	1	e	1	1	1		1
v3			e	e	KD	e	1	e		1	e	e	KD	e	e		1	1		e				e	1		e	KD	e		KD

AY	ŞUBAT																											
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	55,60		70,00				70,00	95,00	25,40			38,00		38-88,90	63,50			40,00			40,00		80,00	48,30		42,40		88,9
v1	1	1	KD				1	KD	1	1	1	1		1	KD	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		KD
v2	e	1	1				1	1	1	1	KD	e		KD	1	e	KD	1	1		1	KD	KD	e	1	e		e
v3		e	e				e	KD	e	e	e			e	e		e	e	e		e	e			KD			

AY	MART																													
Gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
		70,00					55,60			25,40				25,40		80,00		40,00			88,90	28,60		48,3-95		33,70		33,70		42,40	
v1		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	KD	1	1	1		KD	KD	1	KD	1	KD		1	1	1	1
v2		KD	e	e	KD		e	e	1	1	1	e		e	e	1	KD	1	e		1	1	e	1	KD	e		e	KD	e	KD
v3		e							KD	e	e					e	e	e			e	e		e	e						

ay	NİSAN																													
gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap	40,00			40,00			25,40				25,40			63,50		55,60		55,60	80,00		70,00				88,90	33,70		48,30		28,60
v1	1	1		1	1	1	KD	1	1		1	1	1	KD	1	1		1	KD	1	KD	1			1	1	1	KD	1	1
v2	1	1			1	1	1	1	1			1	1	1	1	1		1	1	1	1	KD			KD	1	1	1	1	1
v3												1		1	KD						1	1					1		KD	

Şekil 2.13. Ocak- Şubat- Mart- Nisan ayı önem ağırlıklı planlama gantt şeması



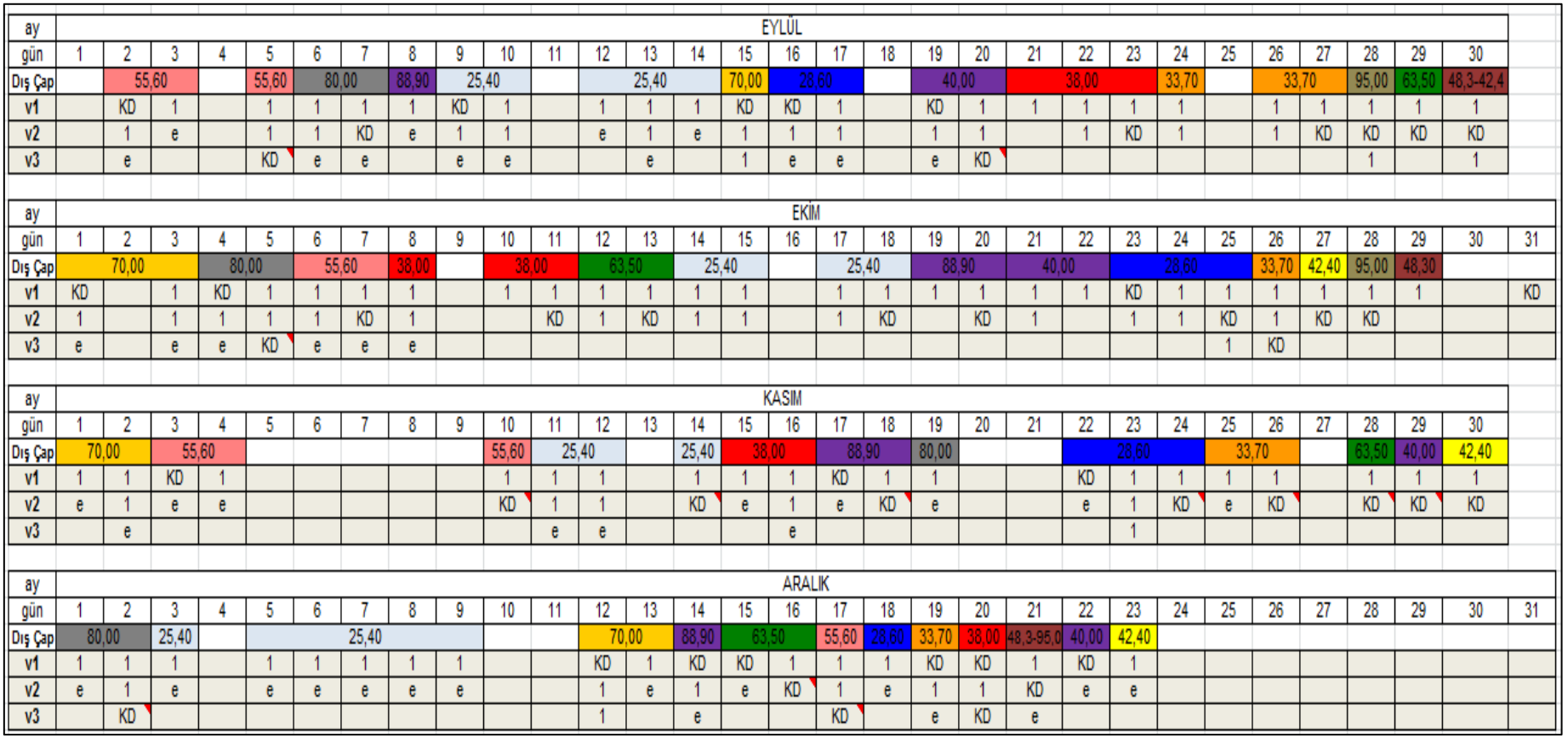
ay	MAYIS																														
gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap		55,60				40,00			40,00	95,00		38,00		80,00		42,40		63,50	25,40				33,70			28,60	48,30			48,30	70,00
v1		KD	1	1	1	1	1		1	KD	1	1	1	1		1	1	1	KD	1	1		KD	1	1	1	KD	1		1	1
v2		1	1		KD	1	1		1	1	KD	1	KD	KD		1	KD	1	1	1			1	1	KD	1				KD	KD
v3			1		1	1					1		1							1						1					

ay	HAZİRAN																														
gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Dış Çap	70,00		88,90			55,60		25,40			40,00		40,00	63,50		28,60					48,30	38,00		95,00	25,00		80,00	33,70		42,40	
v1	1	1	KD	1		1	1	1	1	1	KD		1	KD	1	1	1	1			1	KD	1	1	1		1	KD	1	1	
v2	1	1	1	KD		e	1	1	1	1	e		1	1	KD		1	KD			1	1	KD	KD	KD			1	KD	KD	
v3	e	e	e	e			KD	e	e	e			e																		

ay	TEMMUZ																														
gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	55,60			55,60	70,00		80,00	88,90	48,30		48,30	28,60						38,00			63,50		25,40		25,40			40,00	33,70		
v1	1	1		1	1	1	1	KD	KD		1	KD	1	1	1	1		KD	1	1	1	1	KD		1	1	KD	1	1	KD	
v2	1	1		KD	1	KD	1	1	e		1	1	1			1		1	1	KD			1		1			KD			
v3	e	e		e	e	e	e	e			e																				

ay	AĞUSTOS																														
gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	80,00		70,00			55,60		88,90	25,40			33,70			33,70	63,50	48,30		38,00												
v1	1	1	1	1	KD	1		KD	KD	1	1	KD	1		1	KD	KD	1	1											
v2	1	1	e	1	1	1		1	e	e	1	1	e		e	1	1	KD	e												
v3	e	KD		e	e	e		e			e	e				e	e	e													

Şekil 2.14. Mayıs- Haziran- Temmuz- Ağustos ayı önem ağırlıklı planlama gantt şeması



ay	EYLÜL																												
gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap		55,60			55,60	80,00		88,90	25,40			25,40			70,00	28,60			40,00		38,00			33,70		33,70		95,00	63,50	48,3-42,4
v1		KD	1		1	1	1	1	KD	1		1	1	1	KD	KD	1		KD	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
v2		1	e		1	1	KD	e	1	1		e	1	e	1	1	1		1	1		1	KD	1		1	KD	KD	KD	KD
v3		e			KD	e	e		e	e			e		1	e	e		e	KD								1		1

ay	EKİM																													
gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	70,00			80,00		55,60		38,00		38,00		63,50		25,40			25,40		88,90		40,00		28,60			33,70	42,40	95,00	48,30		
v1	KD		1	KD	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	KD	1	1	1	1	1	1		KD
v2	1		1	1	1	1	KD	1			KD	1	KD	1	1		1	KD		KD	1		1	1	KD	1	KD	KD			
v3	e		e	e	KD	e	e	e																	1	KD					

ay	KASIM																													
gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dış Çap	70,00		55,60							55,60	25,40			25,40	38,00		88,90		80,00			28,60			33,70			63,50	40,00	42,40
v1	1	1	KD	1						1	1	1		1	1	1	KD	1	1			KD	1	1	1	1		1	1	1
v2	e	1	e	e						KD	1	1		KD	e	1	e	KD	e			e	1	KD	e	KD		KD	KD	KD
v3		e									e	e				e							1							

ay	ARALIK																													
gün	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Dış Çap	80,00		25,40		25,40							70,00		88,90	63,50		55,60	28,60	33,70	38,00	48,3-95,0	40,00	42,40								
v1	1	1	1		1	1	1	1	1			KD	1	KD	KD	1	1	1	KD	KD	1	KD	1								
v2	e	1	e		e	e	e	e	e			1	e	1	e	KD	1	e	1	1	KD	e	e								
v3		KD										1		e			KD		e	KD	e										

Şekil 2.15. Eylül- Ekim- Kasım- Aralık ayı önem ağırlıklı planlama gantt şeması

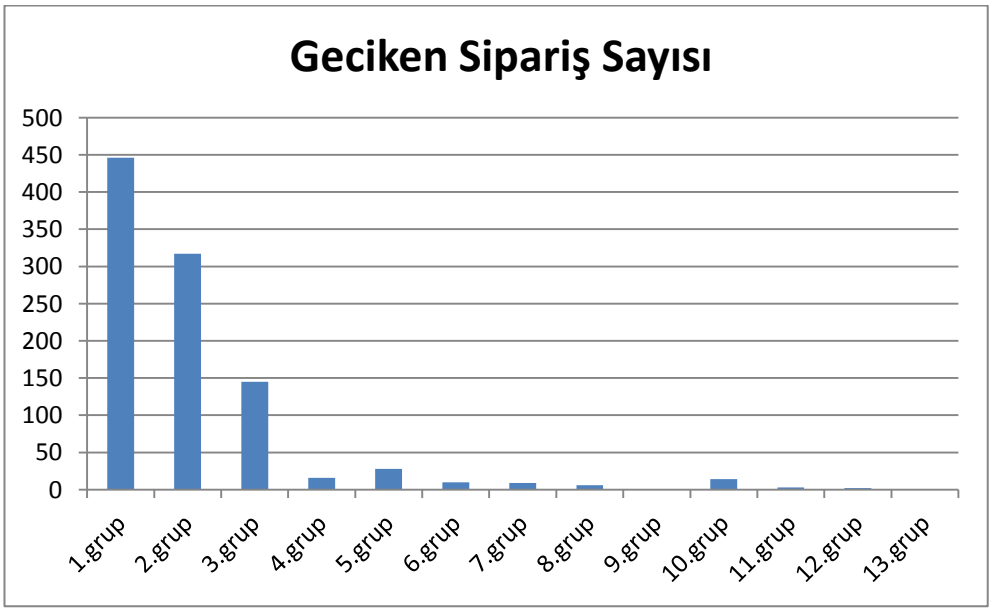
Tablo 2.8. Önem ağırlıklı planlamada kalıplara göre 2011 yılında toplam üretilen miktar ve toplam vardiya süreler

DIŞ ÇAP	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Dilim Kg.	Vardiya	Frekans	Toplam Üretim-Kilogram	Vardiya
25,00	39.226	3	10.878	1																					2	50.104	4,00
25,40	167.091	10	123.211	7	213.225	12	190.739	11	73.658	5	160.814	9	58.891	4	93.847	6	207.778	12	109.111	7	123.159	7	199.642	12	12	1.721.166	102,00
28,60	68.231	4	67.647	4	38.828	3	40.536	3	69.497	4	116.798	7	83.492	5	57.875	4	87.445	5	37.681	2					10	668.030	41,00
33,70	66.299	3	77.759	4	109.213	5	73.796	4	33.884	2	6.645	1	130.459	6	105.802	5	66.353	3	73.419	4	37.681	2			11	781.310	39,00
38,00	104.613	4	97.481	4	83.970	4	36.135	2	88.619	4	72.479	3	85.899	4	156.433	6	123.871	5	25.608	1					10	875.108	37,00
40,00	185.463	7	271.724	11	139.540	6	238.093	9	202.928	8	99.792	4	20.313	1	82.991	4	59.645	3	18.771	1	3.058	1			11	1.322.318	55,00
42,40	95.688	4	38.312	2	65.735	3	78.029	3	22.601	1	18.804	1	20.618	1	11.096	1	2.174	1							9	353.057	17,00
48,30	128.374	4	99.922	3	78.734	3	40.293	2	51.344	2	135.729	4	109.788	4	33.543	1	1.804	1	22.088	1					10	701.617	25,00
55,60	209.168	6	164.964	5	218.830	6	148.767	4	233.030	6	202.752	5	267.870	7	184.558	5	211.927	6	132.636	4	138.199	4	50.798	2	12	2.163.497	60,00
63,50	188.629	5	221.313	5	168.366	4	74.207	2	59.822	2	65.299	2	77.906	2	58.761	2	106.156	3	47.531	2	76.199	2			11	1.144.189	31,00
70,00	349.278	7	255.382	5	293.387	6	146.532	3	51.690	1	275.473	6	224.163	5	235.145	5	87.105	2	228.273	5	222.763	5	179.488	4	12	2.548.857	54,00
80,00	80.317	2	114.510	3	141.272	3	75.747	2	24.509	1	168.967	4	278.409	5	200.726	4	170.615	4	71.268	2	178.108	4			11	1.504.448	34,00
88,90	95.088	2	70.624	1	84.775	2	95.981	2	198.207	3	93.951	2	121.625	2	181.625	3	83.510	2	84.011	2	98.279	2			11	1.205.656	23,00
95,00	69.728	1	64.270	1	129.966	2	44.100	1	63.073	1	12.922	1	18.882	1											7	402.941	8,00
Toplam																									139	17.233.269	530,00

Önem ağırlıklı planlamada da daha önceki alternatiflerde olduğu gibi müşteri terminlerine uyumluluk incelenmiştir. Her bir sipariş numarasına göre müşteri isteği olan tarih ile o siparişin üretim tarihi arasındaki fark alınmış ve geciken siparişler tespit edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 2.9.' de ve Şekil 2.16.'de gecikme süreleri gruplandırılmıştır. Örneğin 1 ve 10 gün arasında gecikme yaşayan siparişler 1. grupta toplanmıştır. 1. grupta geciken toplam sipariş sayısı 446'dır.

Tablo 2.9. Önem ağırlıklı planlamada geciken sipariş sayısı

Grup	Grup Aralığı	Geciken Sipariş Sayısı
1.grup	1-10	446
2.grup	11-20	317
3.grup	21-30	145
4.grup	31-40	16
5.grup	41-50	28
6.grup	51-60	10
7.grup	61-80	9
8.grup	81-90	6
9.grup	91-100	1
10.grup	101-120	14
11.grup	121-176	3
12.grup	177-211	2
13.grup	212 ve üstü	1



Şekil 2.16. Önem ağırlıklı planlamada geciken sipariş sayıları gösterimi

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Mevcut durum analizi, yapılan kilogram bazlı ve metre bazlı planlamalar aşağıdaki Tablo 3.1.' deki gibi karşılaştırılmıştır. Detay olarak çalışılan toplam vardiya sayıları, toplam yapılan üretim miktarları ve kalıpların kullanılma sıklığı frekansları verilmiştir. Frekans sıklığı yani kalıp değişimi, mevcut durumda 50, kilogram ile planlandığında 68, metre ile planlandığında 70 kez, önem ağırlıklı planlamada 139 kez gerçekleşmiştir. Vardiya süreleri, mevcut durumda 461, kilogram ile planlandığında 440, metre ile planlandığında 438, önem ağırlıklı planlamada 530 vardiya olarak hesaplanmıştır. Toplam üretim miktarı ise mevcut durumda 15.886.733 kg, kilogram ile planlandığında 14.140.766 kg, metre ile planlandığında 4.675.016 mt, önem ağırlıklı olarak planlandığında 17.233.266 kg olarak hesaplanmıştır.

Sonuçlar analiz edildiğinde, metreye göre yapılan planlamada mevcut duruma göre 20 kez, kilograma göre yapılan planlamada mevcut duruma göre 18 kez daha fazla kalıp değişimi olmuştur. Bu kalıp değişimleri üretim kayıplarına neden olmuştur. Dolayısıyla bu kalıp planlarında mevcut duruma göre miktar olarak daha az üretim gerçekleşmiştir. Buna paralel olarak daha az vardiya çalışılmıştır. Mevcut durumda iki aylık ya da daha fazla miktarlar planladığından stok miktarları çok fazla olmaktadır. Böylece, müşteri terminlerine uyum bu iki planlamaya göre stok miktarından dolayı daha fazladır.

Önem ağırlıklı planlama mevcut durumla karşılaştırıldığında, mevcut duruma göre 89 kez daha fazla kalıp değiştirildiği görülmektedir. Ayrıca, bu planlama da ihtiyaç duyulduğunda ek bir vardiya koyulduğundan 69 vardiya daha fazla çalışılmıştır. Bu da üretim miktarlarına pozitif olarak yansımış ve üretim miktarı yaklaşık 2.000 ton daha fazla olmuştur. Kalıp değişimi sayısı fazla olduğundan ve kalıp planları aylık olarak yapıldığından stok miktarları mevcut duruma göre önemli bir oranda azalmıştır. Bu da stok maliyetlerinin düşürülmesi demektir. Ek vardiyanın eklenmesi ekstra bir maliyete sebep olmuştur.

Tablo 3.1. Mevcut durum- Metre bazlı planlama-Kg bazlı planlamada üretim miktarlarının, vardiyaların ve frekansların karşılaştırılması

	Metre -Plan			Kg-Plan			Mevcut Durum			Önem Ağırlıklı Plan		
Kalıp	Frekans	T.Üretim	Vardiya	Frekans	T.Üretim	Vardiya	Frekans	T.Üretim	Vardiya	Frekans	T.Üretim	Vardiya
25,0	2	52.925	4	1	39.226	3	1	51.332	3	2	50.104	4
25,4	10	1.142.619	98	7	1.521.524	88	7	1.777.177	91	12	1.721.166	102
28,6	6	303.871	31	4	542.904	30	3	682.706	36	10	668.03	41
33,7	4	240.866	28	4	732.733	33	2	799.977	29	11	781.310	39
38,0	5	378.890	34	5	725.629	29	3	895.019	35	10	875.108	37
40,0	8	537.933	44	6	1.096.016	43	4	1.322.318	47	11	1.322.318	55
42,4	3	119.481	12	2	242.003	9	2	353.057	10	9	353.057	17
48,3	3	211.649	18	4	679.531	21	2	731.34	19	10	701.617	25
55,6	8	539.737	52	8	2.112.699	56	5	2.189.180	56	12	2.163.497	60
63,5	4	155.813	18	5	1.067.990	26	4	1.209.800	27	11	1.144.189	31
70,0	8	520.461	53	9	2.487.008	51	6	2.590.523	52	12	2.548.657	54
80,0	4	297.962	26	6	1.560.083	30	4	1.635.228	29	11	1.504.448	34
88,9	4	129.320	16	5	1.025.366	16	5	1.242.291	20	11	1.205.656	23
95,0	1	43.489	4	2	308.064	5	2	406.786	7	7	402.941	8
Toplam	70	4.675.016	438	68	14.140.776	440	50	15.886.733	461	139	17.233.269	530

Tablo 3.2.' deki gecikilen/erken üretilen gün sayıları üretimin gerçekleştiği tarih ile müşteriye taahhüt edilen teslim tarihi arasındaki günün farkıyla elde edilmiştir. Stok miktarları, erken üretilen siparişlerin miktarlarıyla erken üretilme süresinin çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Mevcut durumdaki stok miktarı beklendiği gibi, kilogram bazlı, metre bazlı planlamaya ve önem ağırlıklı planlamaya göre daha fazla çıkmıştır. Günlük ortalama stok miktarı, stok miktarının 365 güne bölünmesiyle hesaplanmıştır. Böylece işletmenin yıl boyunca stokta bulundurduğu ürün miktarı bulunmuştur.

Stok maliyeti, ton başına birim fiyat, ortalama stok düzeyi ve banka faiz oranının çarpılmasıyla bulunmuştur. Stoklardaki bu miktarları bekletmeyip, bu stok miktarının fiyat olarak karşılığı bankaya yatırılsa ne kadar kazanılır hesaplanmıştır.

Fazla mesai ücreti; bir vardiyadaki çalışan sayısı, gereken vardiya sayısı (metre planlama için 20- kilogram planlama için 18 dir.), günlük çalışma saati ve bir çalışanın saatlik maliyetinin çarpılmasıyla bulunmuştur. Yıllık ek vardiya ücreti; bir vardiyada çalışacak kişi sayısı, aylık birim ücret ve 12 ayın çarpılmasıyla hesaplanmıştır.

Tablo 3.2. Mevcut durum- Metre bazlı planlama- Kg bazlı planlamanın stok ve maliyetlerinin karşılaştırılması

	Metre Plan	Kg. Plan	Önem Ağırlıklı Plan	Mevcut Durum
Geciken Sipariş Sayısı (adet)	1.170	1.240	998	767
Gecikilen Gün Toplamı (siparişxgün)	36.104	36.189	16.901	27.032
Erken Üretilen Sipariş Sayısı (adet)	331	265	625	904
Stok Miktarı (tonxgün)	27.236	24.478	65.549	323.624
Ort. Stok Düzeyi (ton)	75	67	180	887
Elde Bulundurma Maliyeti (TL)	19.664	17.672	47.325	233.648
Fazla Mesai Ücreti (TL)	12.800	11.520	0	0
Ek Vardiya Ücreti (TL)	0	0	66.000	0
TOPLAM MALİYET (TL)	32.464	29.192	113.325	233.648

3.1. Müşteri Tatmini Açısından Değerlendirme

Tablo 3.2.'e göre geciken sipariş sayılarına bakıldığında mevcut durumun diğer alternatiflere göre daha tatminkar olduğu görülmektedir. Bunun yanında gecikilen gün toplamına bakıldığında önem ağırlıklı planlamanın 16.901 gün ile diğer iki alternatif ve mevcut duruma göre daha iyi olduğu görülmüştür. Müşteri tatmininin önemli olduğu bir işletmede önem ağırlıklı planlama diğer planlamalara göre daha uygun olduğu belirlenmiştir.

3.2. Stok Maliyetleri Açısından Değerlendirme

Tablo 3.2.'e göre mevcut durumda yıllık erken üretimden kaynaklı tutulan stok miktarı 323.624 ton ile diğer alternatiflere göre fazla stok miktarı oluşturduğu görülmüştür. Stok miktarları açısından kilogram ve metre bazlı planlamanın önem ağırlıklı ve mevcut planlamaya göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

Gecikilen sipariş sayısı ve gecikilen gün toplamı açısından diğer planlamalara göre fazla olduğu bulunmuştur. Buna istinaden müşteri tatmini açısından ciddi anlamda dezavantaj oluşmuştur. Bu iki planlamanın müşteri tatminini ön planda tutan bir işletme için uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Diğer bir taraftan önem ağırlıklı planlamanın gecikilen gün toplamı ve yıllık stok miktarı açısından mevcut duruma göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bu da stok maliyetini ve müşteri tatminini önemseyen işletmeler için uygun bir senaryo olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, değişen ve gelişen dünya pazarların yapısı, çeşitleri ve üretilen mamullerin nitelikleri tüketiciler tarafından belirlenmektedir. Tüketiciler sürekli olarak yeni ve değişik mamuller talep etmektedir. Böylece üretimde hızlı ve esnek olmak ön plana çıkmaktadır. Önem ağırlıklı planlamada, müşteri ihtiyaçlarına hızlı cevap verebilmek için ek bir vardiya koyulmuş ve öneme göre sıralama ile planlama yapılmıştır. Bu da müşteri tatminin çok önemli derecede arttırmıştır. Bundan sonraki süreçte gerekli teknoloji yatırımları yapılarak kalıp değişim sürelerinin azaltılması amaçlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Altuğ O., *Maliyet Muhasebesi,* Türkmen Kitabevi, İstanbul, 173-182, 2001.

Atkınson A. Anthony, Kaplan S. Robert, Young S. Mark, *Management Accounting*, Prentice Hall Company, USA, 2004.

Baker K. R., *Introduction to Sequencing&Scheduling*, Wiley, New York, 1974.

Civan M., Yıldız F., *Esnek Üretim Sistemini Uygulayan İşletmelerde Maliyet Muhasebesi Uygulaması*, Muhasebe ve Finansman Dergisi, Sayı 22, 87-93, 2004.

Elmacı O., Gümüş Y., Güngörmüş A. Haydar, *Maliyet Muhasebesi*, Ekspres Matbaacılık, Kütahya, 14-32, 2002.

Engin O., Akış tipi çizelgeleme problemlerinin genetik algoritma ile çözüm performansının artırılmasında parametre optimizasyonu, Doktora Tezi, İ.T.Ü., FBE Endüstri Mühendisliği ABD, İstanbul, 2001, 112205.

Engin O., *Üretim Planlama ve Kontrol Yayımlanmamış Ders Notları*, Selçuk Üniversitesi, Konya, 2003.

Erdoğan N., *Maliyet Muhasebesi*, Barış Yayınları, İzmir, 1999.

French S., *Sequencing and Scheduling: An Introduction to the Mathematics of the Job- Shop*, John-Willey&Sons, New York, 245, 1982.

Günther H. O., Tempelmeier H., *Produktion und Logistik,* Springer-Verlag, Germany, 365-370, 2005.

Hacırüstemoğlu R., Şakrak M., *Maliyet Muhasebesinde Güncel Yaklaşımlar*, Türkmen Kitabevi, İstanbul, 165, 2002.

Hılton W. R., Maher W. M., Selto F. H., *Cost Management: Strategies for Business Decision, International Edition,* Mc Graw-Hill Inc., England, 2003.

Karcıoğlu R., *Stratejik Maliyet Yönetimi: Maliyet ve Yönetim Muhasebesinde Yeni Yaklaşımlar*, Aktif Yayınevi, Erzurum, 112, 2000.

Kobu B., *Üretim Yönetimi, Üretim Planlama ve Kontrolü*, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi, İşletme İktisadı Enstitüsü Araştırma ve Yardım Vakfı, 9. Baskı, 418-420, 1996.

Kobu B., *Üretim Yönetimi*, Beta Yayınevi, 13.Baskı, İstanbul, 602, 2006.

Koruca H. G., Tunca M. Z., Sütçü A., Özdemir G., Kriz Ortamında Üretim Organizasyonlarının Simülasyon Destekli Araştırılması, *IV. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, UAS'04 Sempozyum Bildiriler Kitabi, Selçuk Üniversitesi, Hilton, Konya, Türkiye, 2004.

Koruca H. G., Üretim İşletmelerinde Organizasyon Yapılandırma, Verimlilik İlişkisi ve Parametreleri, I. Endüstri Mühendisliği Çalıştayı, Isparta, Türkiye, 2008.

Pinedo M., *Scheduling: Theory, Algorithms and Systems*, Printice-Hall, New Jersey, USA, 378, 1995.

Schuh G., *Produktionsmmanagements*, Acchen Universitat, Germany, 304-329, 2008.

Selam Ü., Bilgisayar destekli atölye tipi üretim çizelgeleme ve bir kalıp atelyesinde uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1996, 64707.

Şevkli M., Yenisey M., *A particle swarm optimization for the job shop scheduling problems*, ITU Dergisi, İstanbul, 58-68, 2006.

Solomon P., *Financial Accounting: A New Perspective*, McGraw Hill Company, USA, 43, 2004.

Top A., *Üretim Sistemleri, Üretim Sistemlerinin Planlanması*, 3. Baskı, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 99-109, 2001.

Yükçü S., *Yönetim Açısından Maliyet Muhasebesi*, 4.baskı, Cem Ofset, İzmir, 1999.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında İzmit'te doğdu. İlköğrenimini Gölcük Piyale Paşa İlköğretim Okulu'nda, ortaöğrenimini ise Bursa'da Özel Namık Sözeri Lisesi'nde tamamladı. 2005 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünü' nden 2009 yılında Endüstri Mühendisi olarak mezun oldu. 2010 yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.