

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ORTA YOĞUNLUKTA LİF LEVHA (MDF) ÜRETİMİNDE KALİTE KONTROL

Orm. End. Müh. Tarık GEDİK

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
“Orman Endüstri Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

171012

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20.12.2004
Tezin Savunma Tarihi : 10.01.2005**

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Kadri Cemil AKYÜZ

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Kemal ÜÇÜNCÜ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hakkı YAVUZ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2005

ÖNSÖZ

“Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretiminde Kalite Kontrol” adlı bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Dünya bölünmüş pazardan giderek global pazara dönüş aşamasındadır. Bu tür pazarlarda iş yapabilmek bir takım özelliklerin işletme bünyesinde bulundurulmasını gerektirir. Özellikle düşük maliyetli ve yüksek kaliteli üretim, firmaların çetin bir şekilde rekabet ettiği günümüz ortamında ayakta kalabilmek ve varlığını sürdürebilmek için gerekli olan ön şarttır. Yapılan bu çalışmada istatistiksel kalite kontrol tekniklerinin gerek klasik, gerekse modern uygulamaları orman ürünleri sanayinin lif levha alt kolunda irdelemeye çalışılmıştır. Çalışmada oluşabilecek eksikler temel felsefemiz olan “mükemmele ulaşmak için her gün katedilecek biraz daha yolun olduğu düşüncesi doğrultusunda giderilecektir.”

Tez danışmanlığımı üstlenerek bana çalışma olanağı sağlayan, çalışmamın her aşamasında desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesinden sık sık yararlandığım sayın hocam merhum Doç. Dr. Hicabi CINDIK’a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Çalışmamı baştan sona takip eden ve değerli hocamın vefatı sonucunda danışmanlığımı üstlenen ve çalışmamı sonlandıran hocam Yrd. Doç. Dr. Kadri Cemil AKYÜZ’e teşekkürlerimi sunmayı bir görev sayarım.

Değerli görüş ve önerileri ile çalışmamı yönlendiren, büyük ilgi ve desteklerini gördüğüm sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. Kemal ÜÇÜNCÜ ve sayın hocam Doç. Dr. Önder BARLI’ya da teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tez çalışmam sırasında yardımlarını esirgemeyen Anabilim Dalı ve mesai arkadaşlarım; başta Arş. Gör. Hasan SERİN, Arş. Gör. İlker AKYÜZ, Arş. Gör. İbrahim YILDIRIM ve Arş. Gör. Uzun KARAHALİL’e teşekkür ederim.

SFC ve Divapan Müesseselerine de çalışma imkanı verdikleri için teşekkür ederim

Çalışmam boyunca bana manevi destek sağlayan sevgili eşime ve kızım Nur Sena’ya sevgi ve saygılarımı sunarım.

Tarik GEDİK

Trabzon 2005

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kalite ve Kalite Kontrol	2
1.3. Toplam Kalite Kontrolü.....	14
1.4. Kalite Maliyetleri.....	15
1.5. Kalite Kontrolle İlişkin Temel Kavramlar.....	16
1.6. Kalite Kontrolün Amaçları ve Yararları.....	24
1.7. Örnekleme ve Başlıca Örnekleme Yöntemleri.....	25
1.7.1. Örnekleme için Birim Seçme Yöntemleri.....	25
1.7.2. Başlıca Örnekleme Yöntemleri.....	27
1.8. Kabul Örnekleme Yöntemi.....	31
1.8.1. Kabul Örnekleme ile İlgili Temel Bilgiler ve Gösterimler.....	34
1.8.2. Başlıca Kabul Örnekleme Planları.....	40
1.9. Çalışma Karakteristiği Eğrisi.....	47
1.9.1. Çalışma Karakteristiği Eğrisinin Çizimi.....	49
1.9.2. Çift Örnekleme Planı İçin Çalışma Karakteristiği Eğrisi.....	51
1.10. Çıkan Ortalama Kalite Eğrisi.....	51
1.11. Ortalama Örnek Sayısı Eğrisi.....	53
1.12. Ortalama Toplam Muayene Eğrisi.....	54
1.13. Kalite Kontrolde Kullanılan Kabul Örnekleme Numune Alma Plan Sistemleri.....	54
1.13.1. Ölçülemeyen Özellikler İçin Numune Alma Plan Sistemleri.....	55
1.13.2. Ölçülebilen Özellikler İçin Numune Alma Plan Sistemleri.....	57

1.13.3.	Sürekli Üretim İçin Plan Sistemleri.....	59
1.14.	Kalite Kontrolde Kullanılan Bazı İstatistik Teknikleri.....	61
1.15.	Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Endüstrisi.....	68
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	76
2.1.	Materyal.....	76
2.	Yöntem.....	79
3.	BULGULAR.....	82
3.1.	SFC için Kontrol Grafiği ve Karakteristik Eğri Hesaplamalarının Yapılması.....	87
3.1.1.	SFC’de Kontrol Grafiklerinin Oluşturulması.....	87
3.1.1.1.	SFC’de Yoğunluk için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması ..	89
3.1.1.2.	SFC’de Eğilme Direnci için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması.....	90
3.1.1.3.	SFC’de Yüze Dik Çekme Direnç Değerleri için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması.....	91
3.1.1.4.	SFC’de 24 Saat Suda Bekletme ile Kalınlığına Şişme Oranları için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması ..	93
3.1.2.	SFC’de Kalınlık için Tek Katlı Kabul Örnekleme Planının Oluşturulması.....	94
3.1.3.	SFC’de Çalışma Karakteristiği Eğrisinin Oluşturulması ..	95
3.1.4.	SFC’de Çıkan Ortalama Karakteristiği Eğrisinin Oluşturulması ..	101
3.1.5.	SFC’de Ortalama Toplam Muayene Sayısı Eğrisinin Oluşturulması ..	103
3.2.	Divapan için Kontrol Grafiği ve Karakteristik Eğri Hesaplamalarının Yapılması.....	104
3.2.1.	Divapan’da Kontrol Grafiklerinin Oluşturulması.....	104
3.2.1.1.	Divapan’da Yoğunluk Değerleri için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması.....	105
3.2.1.2.	Divapan’da Eğilme Direnç Değerleri için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması.....	107
3.2.1.3.	Divapan’da Yüze Dik Çekme Direnç Değerleri için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması.....	108
3.2.1.4.	Divapan’da 24 Saat Suda Bekletme ve Şişme Oranları için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması.....	109
3.2.2.	Divapan’da Kalınlık için Tek Katlı Kabul Örnekleme Planının Oluşturulması ..	110
3.2.3.	Divapan’da Çalışma Karakteristiği Eğrisinin Oluşturulması.....	111

3.2.4.	Divapan'da Çıkan Ortalama Karakteristiği Eğrisinin Oluşturulması	118
3.2.5.	Divapan'da Ortalama Toplam Muayene Sayısı Eğrisinin Oluşturulması ...	120
4.	TARTIşMA.....	122
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	124
6.	KAYNAKLAR.....	128
7.	EKLER.....	134
	ÖZGEÇMİş	140



ÖZET

Çoğu istatistiksel proses kontrol teknikleri gözlemlerin birbirinden bağımsız ve normal dağıldığı varsayımına dayanır. Bununla beraber, istatistiksel proses kontrolün uygulamalarında bu kabul, verilerin birbirine bağımlı olmasından dolayı gerçeklerden bir hayli uzaktır. Ancak istatistiksel kalite kontrol ile çabuk ve etkili bir muayene düşük bir masrafla güvence altına alınabilir.

Bu çalışmanın amacı, X kontrol grafikleri, tek aşamalı kabul örnekleme planı, çalışma karakteristiği, çıkan ortalama karakteristik ve ortalama toplam muayene sayısı eğrilerinin oluşturulmasıdır. Bu bağlamda orman ürünleri sanayi alanında uygulamalar örnekleri ile incelenmiştir. İncelemeler orman ürünleri sanayinde faaliyet gösteren SFC ve Divapan işletmeleri tarafından üretilen MDF levhaları üzerinde yapılmıştır.

Her iki işletmenin ürettiği 18 mm MDF (orta yoğunlukta lif levha) levhaları için kalınlık, yoğunluk, eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci ve 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme değerleri hesaplamalarda kullanılmıştır. Çalışma karakteristiği eğrisi ve diğer karakteristik eğrilerin oluşturulmasında 4 farklı yol ayrı ayrı incelenmiş ve poisson dağılımına göre gerekli hesaplamalar ile eğriler oluşturulmuştur.

SFC ve Divapan'ın işletme verilerinden yararlanılarak oluşturulan X kontrol grafikleri ve karakteristik eğrilerden her iki işletmenin üretim aşamalarının ve ürünlerinin kontrol altında olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Orman Ürünleri Sanayi, MDF (Orta Yoğunlukta Lif Levha), İstatistiksel Kalite Kontrol, X Kontrol Grafiği, Çalışma Karakteristiği Eğrisi

SUMMARY

Quality Control on the Production of Medium Density Fiberboard (MDF)

Most of the statistical process control (SPC) techniques are developed for the assumption that considers the measured data to be normally and independently distributed. In real world applications of SPC, however, this assumption is very far from the truth due to the dependence of data on itself. However, quick effective and minimum cost of product inspection can be done by statistical quality control.

In this study; it was aimed to obtain curves of X control graphics, one grade acceptance sampling plan, operating characteristics, average outgoing quality and averaging total inspection number.

Results such as thickness, density, modulus of elasticity, internal bonding 24 hours submerged in water and thickness swelling of Medium Density Fiberboard (18mm) from SFC and Divapan organization were used for obtaining the curves. Four different methods were investigated in order to determine operating characteristics curves. It was designed the results and curves by Poisson dispersion.

It was observed that all process and product SFC and Divapan in organization are under the control according to X control graphics and characteristics curves.

Keywords: Forest Products Industry, Medium Density Fiberboard, Statistical Quality Control, X Control Graphic, Operating Characteristic Curve

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Amaçlarına göre muayene sınıflaması	18
Şekil 2. Tek örnekleme planında akış diyagramı	41
Şekil 3. Çift örnekleme planında akış diyagramı.....	42
Şekil 4. Çok katlı örnekleme planında akış diyagramı.....	43
Şekil 5. Ardışık örnekleme planına ait karar bölgeleri	45
Şekil 6. İdeal çalışma karakteristiği eğrisi	47
Şekil 7. N=2000; n=150 ve c=5 örnekleme planı için ÇK eğrisinin analizi	49
Şekil 8. Ölçülebilen özellikler için TS 2756 numune alma plan sisteminin işleyişi	58
Şekil 9. CSP-T planının işleyiş şeması	61
Şekil 10. MDF üretimi iş akışı	77
Şekil 11. SFC için yoğunluk değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği	89
Şekil 12. SFC için eğilme direnç değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği	90
Şekil 13. SFC yüzeye dik çekme direnç değerleri için hazırlanmış X kontrol grafiği	92
Şekil 14. SFC için 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme oranına göre hazırlanmış X kontrol grafiği	93
Şekil 15. SFC’de tek katlı örnekleme planında akış diyagramı	95
Şekil 16. SFC için kalınlık değerlerine göre hazırlanmış ÇK eğrisi	100
Şekil 17. SFC kalınlık değerleri için hazırlanmış ÇK eğrisi bölümleri	101
Şekil 18. SFC için çıkan ortalama karakteristiği eğrisi	102
Şekil 19. SFC’de ortalama toplam muayene sayısı eğrisi	104
Şekil 20. Divapan’da yoğunluk değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği	106
Şekil 21. Divapan eğilme direnç değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği	107
Şekil 22. Divapan’da yüzeye dik çekme direnç değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği	108
Şekil 23. Divapan’da 24 saat suda bekletme ve şişme oranına göre hazırlanmış X kontrol grafiği	109
Şekil 24. Divapan’da tek katlı örnekleme planında akış diyagramı	111
Şekil 25. Divapan kalınlık değerlerine göre hazırlanmış ÇK eğrisi	116
Şekil 26. Divapan kalınlık değerleri için hazırlanmış ÇK eğrisi bölümleri	118
Şekil 27. Divapan için çıkan ortalama karakteristiği eğrisi	119
Şekil 28. Divapan’da ortalama toplam muayene sayısı eğrisi	121

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Kalitenin tarihsel gelişimi	6
Tablo 2. Tek, çift ve çok aşamalı kabul örnekleme planlarının karşılaştırılması ...	44
Tablo 3. 1997-2001 yılları arasında Türkiye'nin MDF üretim ve tüketim değerleri	73
Tablo 4. 1997-2001 yılları arasında Türkiye'nin MDF ithalat değerleri	74
Tablo 5. 1997-2001 yılları arasında Türkiye'nin MDF ihracat değerleri	74
Tablo 6. Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhaların Özellikleri (MDF tipi)	79
Tablo 7. Değişkenler (X) için kontrol grafikerinin çiminde kullanılan formüller..	81
Tablo 8. SFC 18 mm MDF Üretiminde Test Sonuçları	82
Tablo 9. Divapan'da üretilen 18 mm MDF için laboratuvar test sonuçları	85
Tablo 10. SFC için poisson ihtimal dağılımına göre hesaplanmış kabul ihtimal sonuçları	99
Tablo 11. SFC'de çıkan ortalama karakteristiği eğrisinin hazırlanması için elde edilen veriler	102
Tablo 12. Divapan için poisson ihtimal dağılımına göre hesaplanmış kabul ihtimal sonuçları	115
Tablo 13. Divapan'da çıkan ortalama karakteristiği eğrisinin hazırlanması için elde edilen veriler	119

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Kontrol; Türkçe idare, idare etme, hakim olma ve istenilmeyen bir şeyin etkisini azaltan program veya tedbir anlamlarında kullanılabilir. Aslında kontrol; bir karşılaştırmadır ve mevcut olan durumun planlanan ya da olması gereken durumla karşılaştırılması suretiyle farkın tespit edilmesi ve bu farkın ortadan kaldırılması çalışmasıdır [1]. Kalite kontrol ise süreç içerisinde kalite etkinliğini azaltacak program ya da tedbirleri alarak kaliteye hakim olma anlamında kullanılabilir [2].

İstatistiksel kalite kontrolde de üretimin ilk aşaması olan hammadde alımından, üretim evreleri ve üretim sonucu elde edilen ürünlerin önceden belirlenen ve kabul edilen standartlara uygun olup olmadığı kontrol edilir. Yapılan kontroller sonucunda önceden belirlenen ve kabul edilen kriterlere göre partiler kabul ya da red edilirler. Bu kontroller yapılırken partilerde ya tüm birimler tek tek kontrol edilir (%100 muayene ile kontrol) ya da örnekleme yöntemine gidilerek kontrol yapılır. Örnekleme yoluyla yapılacak kontrollerde “kabul örnekleme planlarından” yararlanılır [1].

Söz konusu bu yöntemlere rağmen yapılan kontrollerde bir miktar hatalı üretim yapılabilmektedir. Bu yüzden her kuruluş ürettikleri ürünleri denetlemeli ve hatalı ürünlerin tüketicilerine ulaştırılmasını engellemelidir. Bunun yanında üretim yapabilmek için diğer kuruluşlardan alınan hammadde ya da yarı mamullerin de önceden belirlenen standartlara uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Görüldüğü üzere üretimin her aşamasında kontrol işlemi yapılabilmektedir. Kontrol edilecek ürünün kontrolü sırasında parçalanması gerektiği durumlarda %100 muayene ile kontrolde maliyetler çok yüksek olmaktadır. Maliyetlerin düşürülmesi için kontrolün yapılmasında kabul örnekleme yapılır. Ayrıca kontrol edilecek ürün sayısının fazla olduğu durumlarda %100 muayene ile kontrol, verdiği yorgunluk ve bıkkınlık nedeniyle örnekleme oranla daha fazla hatalı ürün ya da parçanın gözden kaçırılmasına neden olabileceği göz önüne getirilirse, ürünlerin kabul örnekleme yöntemleri ile kontrol edilmesi daha uygun olur [1].

Kabul örnekleme planları, partilerin önceden saptanan standartlara uygun olup olmadığına göre kabul ya da reddedilme kararını vermede kullanılır. Bu kabul ya da red

kararı verilirken üretimden belli miktarda bir örneklem alınmalı ve incelenmelidir. İnceleme sonucunda partilerin hepsinin iyi parti olması uzak ihtimaldir [1]. Diğer taraftan, iyi parti mal denilince partideki bütün birimlerin kusursuz olduğu anlaşılmalıdır. İyi partilerde belli bir “ p_1 ” oranında kusurlu ürün ihtiva etmesi beklenir. Üretici ve tüketici bu “ p_1 ” kusurlu oranı üzerinde önceden anlaşılır [2].

İyi bir parti malın reddedilmesi ihtimaline “üretici riski” denir. Kusurlu oranı “ p_1 ” değerinden küçük olan partilere iyi parti mallar denir. Kusurlu oranının büyük çıkması durumunda geri kalan partilere kötü partiler denilmeyebilir. Üretici ve tüketici kötü parti mal için de bir “ p_2 ” kusurlu oranı üzerinde anlaşılır. p_1 ve p_2 arasında olan mallar “ara parti mallar” olarak adlandırılır [2].

İyi bir partinin reddedilme riski yanında, kötü bir partinin kabul edilme riski de söz konusudur. İşte bu riske “tüketici riski” denilmektedir. Bu üretici ve tüketici risklerinin tespiti oluşturulan “çalışma karakteristiği eğrisi” yardımıyla bulunabilmektedir. Bu çalışma karakteristiği eğrisi değişik kalite seviyelerindeki partilerin kabul ihtimallerinin ne olduğunu gösterir [2].

1.2. Kalite ve Kalite Kontrol

Kalitenin Tanımı: Kalite çok eski çağlardan beri insanların çeşitli alanlardaki etkinliklerinde üzerinde durdukları bir kavramdır. İnsanlar sanatta, ticaretle, mimaride sürekli kalite arayışları içerisinde olmuşlardır. Rekabetin artması ve küreselleşme sonucunda kalite, 20. yüzyılın son çeyreğinde bir yönetim yaklaşımı haline gelmiştir. Bu temelde geliştirilen Toplam Kaliteyle de kalite, istatistiksel araçlarla kontrol edilebilir hale gelmiş ve örgütler için bir yönetim çerçevesi, ilkeleri ve uygulama araçlarıyla da bir yönetim biçimini almıştır [3].

Dünyadaki hızlı teknolojik gelişme ve bilgi ağı içinde bulunma gerekliliği daha da daralan dünya pazarında, üründe, hizmette ve insan gücünde rekabeti artırmış ve bu rekabet, kalite devrimine zemin hazırlamıştır. Öncelikle üretim, daha sonra da hizmet örgütlerinde yaşanan kalite devrimi, örgütlerin yapılarının da değişmesi sonucunu doğurmuştur [4].

Kalite kavramı günümüzde yaşamın her aşamasında kullanılmasına rağmen herkesin genel olarak uzlaşacağı bir kalite tanımı yapılması neredeyse imkansızdır. Kaliteli mal ile çoğu kez pahalı olan, dayanıklı ve üstün niteliklere sahip mal ifade edilmektedir. Bu da,

kalite kavramının yanlış veya olması gerekenden daha dar anlamda kullanılmasıdır. Değişik kalite tanımlarının yapılması kalitenin çok boyutlu olmasından kaynaklanmaktadır. Bununla beraber kalite, üzerinde birçok tanım yapılmasına rağmen hala belirsizliğini korumaktadır. Bugün kalite “amaca uygunluk derecesi” veya “kullanıma uygunluk” gibi çerçeve tanımlarla ifade edilmektedir. Bu soyutluk “kalite”nin farklı yorumlanmasına izin verdiği için kavramı daha da güçlendirmektedir. Ancak, kalite akımı bugün herkes için belli ilkeleri çağrıştıracak kadar kesindir. Bu belirlilik içinde yaratılan farklılık ve esnek tanımlamalar kavramı, sadece zenginleştirmektedir [3].

Kalitenin artık örgütün yönetim yapısını değiştirmeler doğrultusunda dönüştüren bir temel esas haline gelmesi kalitenin standart bir tanımının yapılması ihtiyacını doğurmuştur.

Çeşitli ülkelerdeki kalite örgütleri bu amaçla tanımlar ve ölçütler geliştirmişlerdir. Amerika, Avrupa ve Türkiye’deki kalite örgütlerinin tanımları şöyledir [3].

1. ABD Kalite Kontrol Derneği’ne (ASQC) göre kalite, bir mal ya da hizmetin belirli bir gerekliliği karşılayabilme yeteneklerini ortaya koyan özelliklerin tümüdür.

2. Avrupa Kalite Kontrol Örgütü’ne (EOQC) göre kalite, bir malın ya da hizmetin tüketicinin isteklerine uygunluk derecesidir.

3. Türkiye Standartlar Enstitüsü’ne (TSE) göre kalite, bir ürün veya hizmetin belirlenen, olabilecek ihtiyaçları karşılama kabiliyetine dayanan özelliklerin toplamıdır.

Garwin kalite kavramına beş farklı bakış açısından yaklaşmıştır [5].

1. Deney üstünlüğüne sahip kalite görüşüne göre, kalite; basit, analiz edemediğimiz ancak tecrübeyle ayırt edebildiğimiz dokunamadığımız, fakat bazı etkilerle zamanla görüşümüzü değiştirebildiğimiz bir olgudur.

2. Ürünü temel alan kalite görüşüne göre kalite ürünün özellikleridir ve müşteri görüşü doğrultusunda bütün dikkat ürün özelliklerindedir.

3. Kullanıcıyı temel alan kalite görüşüne göre kalite; sadece kullanıcı tarafından belirlendiği şekildedir.

4. Fabrikasyonu temel alan kalite görüşüne göre kalite; düşük maliyete odaklı, düşük sapma ile kaliteyi yükseltmeyi amaçlayan bir stratejidir.

5. Değeri temel alan kalite görüşünde Garwin değer psikolojik anlamı ve fabrikasyonu temel alan görüşten etkilenmiştir.

Kaliteye ilişkin olarak yapılan tüm tanımlarda kavramın belirli bir yönüne vurgu yapılmıştır. Ancak kalite sınırlı bir biçimde tam olarak tanımlanabilecek bir kavram değildir. Yapılan tanımlardan da yola çıkarak kalite, bir ürün ya da hizmete ilişkin olarak,

amaca uygunluk, müşteri isteklerini karşılama ve örgütün alanındaki en iyi teknolojiyi kullanma ve standartları karşılama düzeyi olarak tanımlanabilir.

Bunların yanında kalitenin pek çok değişik tanımları yapılmıştır. Bunlar ise [6];

Kalite mükemmellik değildir, kalite ihtiyaçlara uygunluktur.

Kalite önlemdir; sorunlar ortaya çıkmadan önce çözümlerini oluşturur, ürün ve hizmetlerin yapısına kusursuzluk katar.

Kalite, müşterinin tatminidir; ürün ve hizmetin ne kadar iyi olduğu konusundaki son kararın verdiği memnunluktur.

Kalite verimliliklidir; işleri yapabilmek için gerekli eğitimden geçen, ihtiyaç duyduğu araç-gereç ve talimatlarla desteklenen personel ile elde edilir.

Kalite esnekliktir; talepleri karşılamak için değişmeyi göze almak ve bu konuda istekli olmaktır.

Kalite etkili olmaktır; işleri çabuk ve doğru olarak yapmaktır.

Kalite bir süreçtir; süregelen bir gelişmeyi kapsar.

Kalite, bir yatırımdır; uzun dönemde bir işi ilk defada doğru olarak yapmak, hatayı sonradan düzeltmekten daha ucuzdur.

Bu tanımlara ilave olarak dünya çapındaki uzmanlar tarafından yapılmış olan kalite tanımları da şöyledir [7];

Kalite, ürün ya da hizmeti ekonomik bir yoldan üreten ve tüketicinin isteklerine cevap veren bir üretim sistemidir. (Japon Sanayi Standartları Komitesi-JIS)

Kalite, kusursuzluk anlayışına sistemli bir yaklaşımdır.

Kalite, kullanıma uygunluktur. (J. Joseph JURAN)

Kalite, şartlara uygunluktur. (Philip CROSBY)

Kalite kontrol uygulamak, en ekonomik, en kullanışlı ve müşteriyi daima tatmin eden kaliteli ürünü geliştirmek, tasarımı yapmak, üretmek ve satış sonrası servislerini vermektir. (Dr. Kaoru ISHIKAWA)

Goddard ve Leask'a (1992) göre kalite aşağıdaki özellikleri taşımalıdır [8];

1. Kalite müşteri tarafından tanımlanır.
2. Kalite belirlenmiş ihtiyaçlara, gereklere ve standartlara karşılık verebilme girişimidir.
3. Kalite sürekli iyileşme aracılığıyla başarılıdır.
4. Kalite üst düzey yönetim tarafından harekete geçirilir.
5. Kalite istatistiksel yöntemlerle ölçülür.

6. Kalite çalışma yerindeki insan ilişkilerine yayılmalıdır, bu anlamda takımlar kaliteyi yönetmek için en güçlü araçlardır.

Aslında kalitenin tanımlanması ile ilgili beş temel yaklaşım mevcuttur [9];

- Bunlardan ilki kalitenin tanımlanamayacağı, kalitenin ancak hissedilebileceğidir.
- İkinci yaklaşım ise kalitenin ürüne dayanan tanımıdır. Kalite bu açıdan kesin ve ölçülebilir bir değişken olarak ele alınmaktadır.
- Kalite kullanıcı açısından da tanımlanabilmektedir. Literatürde “kullanıma uygunluk” olarak ifade edilen ve kalitenin ona sahip olan kişinin gözünde oluşan subjektif bir değerlendirmeye dayandığı yaklaşım esas alınmaktadır.
- Diğer bir tanımlama imalat bakış açısına dayanmaktadır. En yaygın kalite tanımlarından biri olarak ele alınan spesifikasyonlar veya ürün gereklerine uygunluk anlayışı bu tanımın özünü oluşturur.
- Değere dayanan kalite tanımı ise sadece ürün ve hizmet özelliklerine göre değil, bunların yanı sıra istenen performans ve uygunluk derecesinin kabul edilebilir bir fiyat ile sunulmasını içermektedir.

Tüm bu yapılan tanımları kısaca özetlemek gerekirse: Kalite, bir ürün ya da hizmet hakkında müşteri ya da kullanıcıların yargısı olup, beklentiler ve gereksinimlerin karşılanmasına olan inançların ölçüsüdür [10]. Örneğin, bir otomobil satın alan müşterinin kontak anahtarını bir kez çevirmesi ile çalışabilecek bir motora sahip olması gibi bir beklentisi vardır. Motor ilk kez çalışmadığında müşterinin beklentisi karşılanmamış olacaktır ve müşteri, aracın kalitesini yetersiz olarak algılayacaktır.

Kaliteyi, gerçek kalite ve algılanan kalite olarak da incelemek mümkündür. Bir mal veya hizmeti sunmak için sarfettiği çaba ve katlandığı harcamaların, onun spesifikasyonlarına ulaşması durumunda elde edilen kalite, gerçek kalitedir. Algılanan kalite ise, subjektif bir kavramdır ve müşterinin algıladığı kalitedir. Bu iki kalite kavramı arasındaki ilişkiyi ve ikisi arasındaki önemli noktayı göstermek için şöyle bir örnek verilebilir. Akşam yemeği için annenin yoğurtlu ıspanak yaptığını düşünelim. Anne yemeği yaparken iyi malzemeleri kullanarak aşçılık konusunda da yeterli bilgi ve beceriye sahip olsun. Bu şekilde yapılan yemek, gerçek kalite olgusuna ulaşmıştır. Çocuğun bu yemeğe bakış açısı algılanan kaliteyi yansıtmaktadır [11].

Eğer bir mal veya hizmet üretici veya satıcısı, müşteri isteklerini göz önünde bulunduruyorsa, onun ürünü kaliteli bir ürün olacaktır. Eğer firmanın ürünü kaliteli olarak algılanmazsa, müşteri, beklentilerinin karşılanamayacağına inanır ve satış gerçekleşmez.

Kalitenin ikili yapısal etkilerinin ihmal edilmesi, firma için felakete yol açacaktır. Bu iki kavram arasındaki ilişki, çok yönlü bir ilişkidir ve bunların birbirine etkisi çarpma işlemine benzer. Bunların herhangi biri sıfır olursa, sonuç sıfır olur. Hatta tam kaliteli ürün stokları ile iflas olasılığı mevcuttur. Çünkü algılanan kalite gerçek kaliteye ulaşamamıştır [12].

Kalitenin Tarihçesi: Kalitenin tarihsel gelişimini incelerken konuyu dört başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar; muayene, istatistiksel kalite kontrol, toplam kalite kontrol, toplam kalite yönetimidir. Kalitenin tarihsel gelişimi Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kalitenin tarihsel gelişimi [13].

BELİRLEYİCİ ÖZELLİKLER	MUAYENE	İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL	TOPLAM KALİTE KONTROL	TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ
Temel İlke	Meydana çıkarma	Kontrol	Eşgüdüm, İşletme	Süreç ve insan odaklılık: sürekli geliştirme
Kaliteye Bakış Açısı	Çözülmesi gereken bir problem	Çözülmesi ve izlenmesi gereken bir problem	Tasarım aşamasında yaratılan unsur, kalitesizlik ise ortaya çıkmadan önlenmesi gereken problem	Koşulsuz müşteri tatmini
Vurgu	Standart ürün	Muayenenin azaltıldığı standart ürün	Tüm üretim hattında, tasarımdan pazarlamaya tüm hatlarda ve fonksiyonel gruplarda kalitesizliğin önlenmesi	Başta yönetim süreçleri olmak üzere tüm süreçlerde kalitenin paylaşılan vizyon olması ve birey kalitesinin artırılması
Yöntem	Örnekleme ve ölçme	İstatistiksel araçlar ve teknikler	Programlar ve sistemler	Yönetim anlayışı ve sistemi
Kalite uzmanlarının rolü	Muayene	Sorunu saptama ve istatistiksel yöntemlerin uygulanması	Kalitenin ölçümü, planlanması ve programı	Kalitenin oluşturulmasında sinerjinin sağlanması
Kalite sorumlusu	Muayene bölümü	Üretim ve mühendislik bölümü	Üst yönetim, tüm bölümler	Üst yönetim, tüm bölümler ve işletmedeki tüm bireyler
Temel yaklaşım	Kalitede muayene	Kalitede kontrol	Kalitede yapılanma	Yaratılan kalite

a) **Muayene Aşaması:** İlk olarak M.Ö. 2150 tarihli Hammurabi Kanunları kaliteye referans verilebilir.

13. yüzyıl boyunca çıraklık ve esnaf loncaları gelişmiştir. Ustalar, hem eğitici, hem muayene görevlisi idiler. Onlar ticareti, ürünlerini ve müşterilerini çok iyi tanıyorlardı ve yaptıkları iş ile birlikte kaliteyi inşa ediyorlardı. Ustalar yaptıkları işten ve başkalarını kaliteli iş yapmaları için eğitmekten gurur duyuyorlardı. Yönetim, ağırlık ve ölçü standartları oluşturmuştu [10].

Loncalarda iş ahlakı ile ilgili düzenlemeler de vardı. Lonca sisteminde usta çırak ilişkileri dolaysız bir nitelik taşımaktaydı. Çırak belirli safhalardan geçtikten sonra kalfa ve ustalığa yükselmekteydi ve her yükselişte kendine özgü merasimler yapılmaktaydı. Böylece konunun uzmanlarına iş yaptırılmış olmaktadır. Ayrıca usta, yerine adam yetiştirmek zorundaydı. Lonca sisteminde işçi, üretim sürecinin her aşamasında çalıştığı için işin tümünü görebilmekte ve hammadeden başlayarak ürünün bitimine kadar her konuyu bilmekteydi. Bugün de aynı amaçla iş rotasyonu ve iş zenginleştirme yöntemleri uygulanmaktadır. Özetle Osmanlı Devleti'nde kalite olgusu loncalarda başlamıştır denilebilir. [14].

1900'lü yılların başında Taylor'un yaptığı bilimsel çalışmalar yönetim kavramının bilimsel temeller üzerine oturması gerektiğini göstermiştir. Taylor'a göre insanları harekete geçirebilecek tek güç bireysel ekonomik çıkarlardır. Taylor'un amacı verimi maksimum kılmaktır [15]. Taylor, ekonomik kazancın artırılmasının sadece sermaye ve işçilikle değil, aynı zamanda bilginin işe uygulanması ile de sağlanacağını ilk gösteren kişi olmuştur. Taylor, iş planlamasını işçilerin ve nezaretçilerin elinden alıp endüstri mühendisliğine vererek bilimsel yönetimin öncülüğünü yapmıştır. Taylor'un bu dönemde gerçekleştirdiği çalışmalar endüstri devriminin ateşleyici gücü olarak kabul edilmektedir.

20. yüzyıl, önemli teknolojik gelişmelerin yaşandığı ve bunun yarattığı zenginlik ve refahın geniş toplum kesimlerine yayıldığı bir dönemi de başlatmıştır. Bu yüzyılın başında, endüstriyel sistemlere önemli yenilikler getirmiş olan Henry Ford 1905 yılında Ford Motor şirketinde ilk kez montaj hattı uygulamasını başlatmış ve imalat ortamındaki karmaşık süreçleri niteliksiz işgücü tarafından yapılabilecek basit montaj işlemlerine ayırmıştır.

Ford'un modelinde kalite görevi montaj hattı sonunda mamullerin iyiler ve kötüler biçiminde ayrımını sağlayan muayene elemanlarına devredilmiştir. Bu uygulamanın miktar ve üretim terminlerine uygunluğu ön plana çıkartarak kaliteyi göz ardı etmesinin yarattığı kalite kayıplarının önlenmesi amacı ile ürün kalitesinden üretim nezaretçilerinin sorumlu

olması uygulamasına geçilmiştir. Nezaretçiler kalitesiz üretime neden olan işçilere yaptırım uygulayarak firma güvencesi sağlamaya çalışmışlardır.

Bu uygulama I. Dünya Savaşı ile son bulmuştur. Savaş döneminde bozuk olan ürünün maliyeti yaşamsal önem taşımaktaydı. Patlamayan bombalar, sık bozulan araçlar savaşın kaybedilmesine neden oluyordu. Böylece son kontrol uygulaması getirilerek, ürünler üretildikten sonra bir muayeneden geçirilerek kusurlular ayıklanmaya başlanmıştır [16].

Son ya da nihai muayene yönteminde üretilen ürünlerin tek tek veya örnekleme yolu ile kontrol edilmesi amaçlanmaktadır. Kontrol sonucunda “iyiler” ile “kötüler” birbirinden ayıklanarak, belirli bir kabul edilebilir kalite düzeyine ulaşılmaya çalışılmıştır. Üretilen ya da sevk edilen parti içersindeki kabul edilebilir hatalı ürünlerin sayısı yüzde, binde veya milyonda ifadeleri ile açıklanmaktadır. Üretilen partilerden belli tekniklere göre örnekler alınır ve bu örnekler test edilerek tüm parti hakkında genel bir fikir yürütülmeye çalışılmaktadır. Bu uygulama ile yüzde yüz kalite sağlanması mümkün olmamaktadır [17].

b) İstatistiksel Kalite Kontrol Aşaması: 1924 yılında matematikçi olan Walter Shewhart, seri üretim ortamında kalitenin ekonomik olarak kontrolü için bir yöntem olan İstatistiksel kalite kontrolü kavramını gündeme getirip ilk defa kontrol kartlarını uygulayan kişi olmuştur [10]. Shewhart, imalatın her aşamasında sapmaların ve değişikliklerin var olduğunu, bu değişikliklerin yapı ve nedenlerinin araştırılması için sürecin izlenmesi ve farklılıklarının kontrol edilmesi gerekliliğini gündeme getirmiştir. İlk olarak Shewhart tarafından geliştirilerek kullanılmaya başlayan kontrol kartları, bugün çoğu işletmede üretimlerinin izlenmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

İstatistiksel süreç kontrol uygulamalarının kalite kontrol alanındaki yenilikçi özelliği II. Dünya Savaşı sonrasına kadar gelişerek devam etmiştir. Savaş sonrası yıllarda Endüstri Mühendisliği ve üretim yönetimi tekniklerinin gelişmesi kalite sağlama çalışmalarına da yeni bir boyut kazandırmıştır. Bu dönemde toplumların kaliteli ürünlere olan talebinin artmaya başlaması, bilgi paylaşımına dayalı kalite sağlama uygulamalarının gelişmesine yol açmıştır. 1949 yılında ABD’de kurulan Amerikan Kalite Kontrol Derneği (ASQC), izleyen yıllarda dünyanın çeşitli ülkelerinde benzer amaçla kurulan ulusal organizasyonların ilk örneği olmuştur.

Bilgi paylaşımına dayalı kalite sağlama uygulamalarının yaygınlaştırılması amacı ile kurulmuş olan bu dernek, yaptığı yayınlarda kalitenin maliyet, fiyat ve rekabet üzerindeki önemli etkilerine dikkat çekmiştir. Kalite kontrol uzmanlığının giderek geliştiği bu

dönemde tedarikçi değerlendirme programları, hata analizi ve sorun çözme teknikleri yardımı ile girdi temini, tasarım, üretim, sevkiyat ve satış sonrası alanlara doğru bir kalite kontrol anlayışı ve buna bağlı uzmanlaşma gelişmeye başlamıştır [18]. 20. yüzyıl başlarında atölyelerin yerini büyük ölçekli fabrikalar alınca, geleneksel atölye yönetiminin yaklaşımları yetersiz kaldı ve bu durum verimliliği arttırma başta olmak üzere, üretim sisteminin daha iyi yönetilmesine ilişkin birçok araştırmanın yapılmasına neden oldu [19].

İşte bu dönemde üretimdeki değişikliğin getirmiş olduğu problemlere çözüm arayan ve bilimsel çalışmalarıyla kalite olgusuna katkıda bulunan kişilerden biri de “Bilimsel Yönetimin” babası Frederick Winslow Taylor’dur. Taylor, işletmelerdeki verimsiz ve israfli çalışmalara dikkati çekmiş ve bunun sorumlusunun bilimsel yöntemlerden yararlanmayı bilmeyen yönetim kadroları olduğunu söylemiştir. Bu bağlamda planlama ve üretimin birbirinden ayrılmasını, işin mühendisler tarafından en ince teferruatına kadar planlanmasını ve nasıl yapılacağına işçilere anlatılmasının gerekli olduğunu savunmuştur. Çünkü eğitimsiz işçiden işini geliştirmesini bekleyemeyiz demiştir. Böylece vasıfsız bir işçiyi çalıştırmada talimatların ve prosedürlerin önemi anlaşılmıştır. Taylor, Adam Smith’in “Milletlerin Refahı” adlı eserinden esinlenerek uzmanlığa da çok önem vermiştir. Taylor işi mümkün olan en küçük parçalarına ayırarak nasıl ve ne kadar sürede yapılması gerektiğini hesaplayarak bazı standartlar geliştirmiştir. Standartların belirlenmesiyle “birinci sınıf adam” kavramı ortaya çıkmış ve bu standartlara uygun işi bitirenlere veya standartların üzerinde üretenlere prim verilmesini önermiştir. Böylece üretimde ve kalitede artış, verimsizlik ve maliyetlerde azalış sağlanabilmiştir. Kısa bir süre bu çalışmalar iyi sonuç vermiştir. Ancak, insanı bir makine gibi gören, sadece verilen emirleri yerine getiren, standart sürede en fazla ürün üretmeye çalışan insanları yaratan bu sistem, daha sonra çalışanlar üzerinde tatminsizliklere neden olmuş, bu durum verimsiz çalışmanın bir diğer nedenini oluşturmuştur. Bir zaman sonra Taylor’un takipçisi Gant, “birinci sınıf adam” kavramına karşı çıkmış, “ortalama adam” kavramının standartlarda baz alınması gereğini savunmuştur [14].

Birinci Dünya Savaşının ortaya çıkardığı koşullar, imalat sistemini eskiye göre daha karmaşık hale getirmiş ve kalite kontrol işlevinin bu alanda uzmanlaşmış kişiler tarafından yerine getirilmesi zorunlu olmuştur. Bu aşama “muayene” olarak nitelendirilmektedir. Bu gelişmelerin sonucu olarak kalite kontrol işlemleri, üretim bölümünün sorumluluğundan ayrılarak bağımsız bir birim halinde işletme örgütü içinde yerini almıştır [20].

1924 yılında bir matematikçi olan Dr. Walter Shewhart, ilk kez Bell Laboratuvarlarında, seri üretim ortamında kalitenin ekonomik olarak kontrolü için bir yöntem olan İstatistiksel Kalite Kontrol (İKK) kavramını gündeme getirdi [10].

İKK daha sonra giderek yaygınlaşan evren üretiminin kalite kontrol ihtiyaçlarını karşılamak üzere ABD, İngiltere gibi birçok endüstri ülkesinin fabrikalarında kullanılmaya ve yayılmaya başladı. Çünkü evren üretiminde, miktarların çok yüksek olması %100 muayeneyi olanaksız kılmıştı. Örneklemeye yaparak, tüm üretim partisinin kalitesi hakkında istatistiksel çıkarım yapmaya yönelik olan İKK, gerçekten büyük faydalar sağladı. Bu dönemde muayenecilerin rolü değişti ve sayıları azaldı. Örneklemeye, kontrol şemaları gibi bazı istatistiksel araçları kullanarak kalite kontroldeki görevlerini devam ettirdiler [19].

İKK uygulamalarının iyice kendini kabul ettirdiği dönem ise II. Dünya Savaşıdır. Savaşın, İKK ve bunun temelini oluşturan İstatistik Teorisi sayesinde kazanıldığı bile iddia edildi. Hatta bu yöntemler Nazi güçlerinin teslim olmasına kadar askeri bir sır olarak gizli tutuldu. Önceleri ürün kalitesinin kontrolüne ağırlık veren İKK, II. Dünya Savaşı sonrasında ise İstatistiksel Süreç Kontrolü (İSK) yönünde gelişmeye başladı [19].

Ancak üretim süreçlerinin karmaşık hale gelmesi, muayeneciler ve karar alanlar arasında eşgüdüm ve geri besleme mekanizmasının oluşturulmasını zorunlu hale getirmiştir. Bunun sonucunda “Kalite Güvencesi ve Toplam Kalite Yönetimi” anlayışı ve aşaması yaşama geçmiştir. Böylece kalitenin kontrolü, tasarım aşamasından başlayarak, ara girdiler, işlem içi ve son çıktı aşamalarını izlemek suretiyle kalite yönetimine doğru geliştirilmeye başlanmıştır [20].

c) Toplam Kalite Kontrol Aşaması: Toplam Kalite Kontrolü (TKK), Deming, Juran, Feigenbaum ve Japonya’da kalite uygulamalarına katılan diğer kalite öncüleri tarafından 1950’li yıllarda geliştirilen bir sistemdir. Feigenbaum’a göre Toplam Kalite Kontrol, “bir organizasyondaki değişik grupların kalite geliştirme, kaliteyi koruma ve kalite iyileştirme çabalarını müşteri tatminini de göz önünde tutarak üretim ve hizmeti en ekonomik düzeyde gerçekleştirebilmek için birleştiren etkili bir sistem” olarak tanımlanmaktadır. Toplam Kalite Kontrol; pazarlama, tasarım, üretim, kontrol ve sevkiyat bölümleri de dahil olmak üzere bütün bölümlerin katılımını gerektirmektedir [21].

Toplam Kalite Kontrolü çeşitli düzeylerdeki yöneticilere yol gösteren, daha doğru ve etkin karar vermelerine yardımcı olan bir araçtır. Bu aracın işe yarayacak biçimde tasarlanması ve etkin uygulanabilmesi için, tüketici isteklerinin saptanması ve değerlendirilmesi, gerekli teknolojik olanakların sağlanması, işletme içinde olumlu beşeri

ilişkilerin sürdürülmesi ve kalite ile ilgili kavramların tüm iş gören tarafından eksiksiz ve doğru anlaşılması gerekmektedir [22].

d) Toplam Kalite Yönetimi Aşaması: Çağdaş kalite felsefesinin düşünce ustaları olarak bilinen William Edwards Deming, Joseph M. Juran, Philip Crosby “Toplam Kalite Yönetimi” anlayışının temellerini kurmuşlar, Armand V. Feigenbaum ve Kaoru Ishikawa da yaptıkları katkılarla binanın gövdesini ve çatısını inşa etmişlerdir. Toplam Kalite Yönetimi'nin kökeni II. Dünya Savaşı'ndan sonra Japonların tekrar kalkınmasındaki ilk dönemlere kadar uzanır. W. Edward Deming ve Joseph M. Juran'ın ABD'nin sınırları dışında süreç kontrolü, kalite yönetimi ve istatistiksel kalite kontrol gerçeğini yaymaya başlaması istekleri 1940'lı yılların ilk dönemlerine rastlamaktadır. Bu kavramlar ABD'de geliştirilmiştir. Ancak onları uygulayan ve benimseyen ilk insanlar Japonlar olmuştur [20].

Bu arada, General Electric firmasında kalite yöneticisi olarak görev yapan Armand V. Feigenbaum, kalite kontroldeki deneyimlerini ve görüşlerini açıkladığı ve “Industrial Quality Control” mecmuasında yayınlanan bir makalesinde ilk kez, “Toplam Kalite Kontrol” kavramını kullandı (1957) ve kalitenin, sadece kalite bölümünün sorumluluğu olmadığını ifade ederek çalışan herkesin kalite olayına karışması gerektiği fikrini ortaya attı. Böylece Toplam Kalite Kontrol devri başlamış oldu. 1962 yılında Dr. Kaoru Ishikawa, Feigenbaum'un TTK anlayışından bazı noktalarda farklılık gösteren ve Toyota fabrikalarında uygulanan bu yönetim şekline firma çapında kalite kontrol adını verdi [19].

Dış rekabet 1970'li yıllarda Amerikan şirketlerini tehdit etmeye başladı. Özellikle otomobil ve beyaz eşyada Japon kalitesi, üstünlüğünü kanıtlamıştı. Tüketiciler satın alma kararını verirken ürünün uzun-erimli yaşamı ile fiyat ve kaliteyi de göz önüne almaya başlamışlardı. Tüketicilerin kalite ile giderek artan bir şekilde ilgilenmeleri ve dış rekabet, Amerikan şirketlerinin kaliteye daha fazla önem vermelerine yol açtı. 1980'li yılların başlarında kalite, kuruluşların tüm fonksiyonlarına girmeye başladı. İşletmeler yalnızca imalata değil, sistemin bütününe odaklanmaya başladı. Kuruluşlarda ileriye dönük varolabilmek için sürekli iyileştirme çalışmalarının gerekliliği ve önemi anlaşılmıştı. Ülkemizdeki kuruluşlar da bu gelişmelerden etkilenmişlerdir. Özellikle 1990'lı yıllara doğru özel sektör işletmelerinin kalite sistemlerine ve sürekli iyileştirme çalışmalarına olan ilgisi hissedilmeye başlanmıştır [10].

Kalite Kontrolün Tarihçesi: Günümüze gelinceye kadar kalite kontrolünün uygulanışı birçok aşamadan geçmiştir. Bu gün dahi farklı kontrol yaklaşımları mevcuttur. Bu yaklaşımları geleneksel bürokratik kontrol ve çağdaş grup kontrol olmak üzere ikiye

ayırabiliriz [23]. Geleneksel bürokratik kontrolde; kural ve prosedürler yoluyla kontrol, yönetim kontrol sistemi, otorite hiyerarşisi, kalite kontrol departmanı, seçme ve eğitime ve teknoloji yoluyla kontrol gibi uygulamalar yer almaktadır. Çağdaş grup kontrol yaklaşımında mevcut uygulamalar ise; rekabet kültürü, grup uygulamaları, self kontrol, çalışanların seçimi ve sosyalleştirilmesi gibi hususlar yer alır.

Kalite kontrol kavramı ilk kez 1947 yılında Japonya’da, Ishikawa tarafından ortaya atıldı. Tokyo Üniversitesi laboratuvarlarındaki deneylerinde dağınık verilerle karşılaşan Ishikawa, istatistiksel yöntemler üzerinde çalışmaya başladı. 1946’da bilim adamları ve mühendisler tarafından kurulmuş özel bir organizasyon olan Japon Bilim Adamları ve Mühendisler Birliği’nin (JUSE) Kalite Kontrol Araştırma Grubu’nda (QCRG) görev alarak, kalite kontrol çalışmalarına başlamış oldu. 1950’de JUSE, diğer bir uzman olan Deming’i ABD’den, Japonya’ya davet etti ve kalite kontrol üzerine bir dizi konferanslar vermesini sağladı. Deming ile birlikte modern kalite kontrol ve istatistiksel yöntemler Japonya’da uygulanmaya başlandı. Japonya’da resmen tanınan ilk kalite kontrol yıllık konferansı 1951’de düzenlendi [24].

Başlatılan kalite kontrol ve istatistiksel yöntemlerin, fabrikalarda işçilerin istatistiksel yöntemleri kullanamamaları, firmaların teknoloji, çalışma ve muayene standartlarını oluşturamamaları, yeterince üretim verilerinin alınamaması ve örnekleme metotlarının yeterince uygulanamaması sonucu sorunların ortaya çıktığı görüldü. Bunun üzerine Juran, JUSE’nin davetlisi olarak 1954’te Japonya’ya geldi. Juran kalite kontrolün sadece teknoloji ağırlıklı bir çalışma olmaktan çok, tüm yönetimi ilgilendiren bir kavram olduğunun anlaşılmasını da sağladı. Kalite kontrolü özellikle II. Dünya Savaşı’ndan sonra önem arz eden ve uygulama alanı giderek yaygınlaşan bir kavram olup, oluşturduğu özel metotlar ve bilgi birikimi dolayısıyla bir bilim dalı oluşturabileceği de iddia edilmektedir. Çoğunun zannettiği gibi kalite kontrolü devletin yetkili kuruluşları tarafından yapılan bir denetim değildir. Yine kalite kontrolü belirli metotlarla belirli analiz ve ölçümlerin yapılması da değildir [25].

Kalite Kontrolün Tanımı: Bir karar verme aracı olarak kalite kontrol kavramını oluşturan kalite ve kontrol kelimeleri, bu kavramın ne anlama geldiği hususunda bize ışık tutacaktır. Kalite hakkında verilen bilgilerden sonra kalite-kontrol kelimelerinin anlamlarına bakıldığında;

Kontrol, kökeni bakımından Latince’deki “contra” kelimesinden gelmektedir [26]. İngilizce’de ise karşılığı “control” olan bu kelime “idare, idare etme, hakimiyet, hakim

olma ve istenilmeyen bir şeyin etkisini azaltacak program veya tedbir” anlamlarında kullanılmaktadır [27].

Genel manada kontrol belli hedefe varmak için yapılan faaliyetlerin planlanması, denetlenmesi, meydana gelebilecek değişmelerin tespit edilmesi ve buna göre gerekli düzeltmelerin yapılabilmesi işi [28] olup üretim sonrasında ürün hatasını meydana çıkarma üzerine odaklanır [29]. Kalite kontrolün amacı, müşteri istekleri doğrultusunda, büyük miktarda, tekdüze üretimi ekonomik standartlara bağlamaktır. Ekonomik olmayan üretim maliyetlerinden, işgücü, hammadde ve materyal kayıplarını azaltmaya; tekdüze üretimi sağlamadan ürün geliştirmeye; her türlü üretim kayıplarını azaltmakla ilgilidir. İşletme yönetiminin üretim, pazarlama, satış, dağıtım, tedarik, stok, finans ve maliyet gibi bütün fonksiyonlarında olduğu gibi kalite yönetimi fonksiyonunda da kontrolün çok önemli bir yeri vardır. Günümüzde kontrol genelde iki farklı manada kullanılmaktadır [30].

- Denetleme ve muayene manasında mal ve hizmetlerin değerlendirilmesi
- Faaliyetlerin önceden belirlenmiş ya da bilinen standartlara uygunluğunun araştırılmasıyla, ihtiyaç olursa düzeltici işlemlerin yapılmasıdır.

Kalite kontrol, üretimin her aşamasında olduğu kadar, ondan önceki ve sonraki faaliyetlerde de etkili olan geniş kapsamlı bir işletme fonksiyonudur. İşletmede, kalite kontrolü ile ilgili departmanlar pazarlama, satış, mamul dizaynı, imalat, üretim planlama ve kontrolüdür [31].

Kalite kontrolü modern yönetimin gelişmiş matematiksel araçlarından birisidir ve ürünün anlamlı şartnamelere uygun gerekli kalitesini sağlamak için yapılan işlerin tümü olarak tanımlanır. Spesifikasyonlar tek bir ürün için olduğu gibi; tüm üretim için de önem taşırlar. Kalite kontrolün amacı; tatminkar, yeterli, güvenilir ve ekonomik ürünler üretebilmektir [32].

Kalite kontrol; kalite isteklerini sağlamak için kullanılan uygulama teknikleri ve faaliyetleridir. Feigenbaum'a göre kalite kontrol; bir üretim sistemi içinde kalitenin önceden belirlenmiş hedeflere uygun olarak gerçekleştirilmesinin sağlanmasına yönelik olarak devam ettirilen faaliyetlere ilişkin yetki ve sorumluluğun dağıtılarak bu hedefler doğrultusunda yapılan işler olarak da tanımlanabilir [33].

Caplen [34] kalite kontrolü şöyle tarif etmektedir: “Mal ve hizmet üreten bir işletmenin kalite hedeflerini gerçekleştirmek amacıyla tüm vazifelerin ve fonksiyonların yerine getirilmesidir.

Kalite kontrolü, Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO) tarafından şöyle tanımlanmaktadır. Geniş anlamda kalite kontrolü; kaliteyi korumak, geliştirmek ve üretimi alıcının tatmin olacağı en ekonomik seviyede devam ettirmek için uygulanan bir işlemler dizisidir. Dar anlamda ise kalite kontrolü, bir malın spesifikasyonlarına uygunluğunu denetlemek, doğrulamak işlemidir [35].

Kalite kontrol, “iş en iyi yapmanın yolu daha başlangıçta doğru yapmaktır.” düşüncesinden hareketle iyi planlama için harcanacak az bir sürenin ileride birçok problemleri ortadan kaldıracağı gereğine dayanır [36].

Kalite kontrol bir başka yaklaşıma göre; “bir kalite anlayışının bir işletmede yerleştirilebilmesi için, kalitenin o işletme için ulaşılabilir bir amaç olması ve dolayısıyla onun üzerinde yoğunlaşması, ayrıca iyi bir kalite kontrol sisteminin kurulması gereklidir. Ancak, buradaki kalite kontrol faaliyeti, üretim sonrası kusurlu işi ortaya çıkaran bir kontrol faaliyeti olmamalı, daha geniş kapsamlı olmalı, işletme çapında ele alınmalı ve kalite özelliklerinin hedeflenen şekilde başarılmasına, kısaca kalite güvenliğine yönelik olmalıdır [12]. Çünkü kalite kontrol, herkesin aynı kuralları ve prensipleri izlediği demokratik bir süreçtir [37].

Sağlıklı bir kalite kontrol sisteminde, kurallar ve standartlar kişilere, alıcılara, tedarikçilere, servislere ve müşteriye göre farklılaşmaz. Benimsenmesi gereken en önemli nokta, kalitenin üretim süreci içinde olduğu, ürünün denetim altına alınması ile oluşmadığıdır [38].

1.3. Toplam Kalite Kontrolü

İlk kez Dr. Armand V. Feigenbaum tarafından 1950’li yıllarda kullanılan toplam kalite kontrol kavramı üretim sisteminde kalite hedeflerine ulaşmak için, tüm grupların faaliyetlerinin en ekonomik bir düzeyde ve müşteri ihtiyaçlarının tamamen tatmin edilmesine yönelik olarak sistematik bir şekilde bütünleştirilmesini içerir [39]. Kalite geliştirme, kalite bakım ve kalite iyileştirme faaliyetleri için, organizasyonun değişik gruplarında en ekonomik ve en etkili servis için yapılan çalışmaların ve bu konuda harcanan çabaların etkili bir sistem oluşturmak amacıyla bütünleştirilmesi olarak da tanımlanabilir [32].

Toplam kalite kontrol Ishikawa tarafından “şirketin bütün bölümlerindeki her bir elemanın kalite kontrol yöntemlerini öğrenmesi, uygulaması ve buna ilişkin çalışmalara katılması” olarak ifade edilmektedir [21].

Deming tarafından toplam kalite kontrol; “sürekli eğitim programları, sıfır hataya ulaşma, istatistiksel kalite kontrol tekniklerinin yaygın olarak kullanımı, iş görenlerin kararlara katılımı ve kalite çemberlerinin etkin kullanımı sureti ile örnek seçilen üst yönetimin desteği alınarak mükemmellik için yönetimin top yekun bağlılığı olarak tanımlanmaktadır [40].

Toplam kalite kontrol; müşterinin bütün ihtiyaçlarını iktisadi düzeyde karşılayabilen, pazarlamaya, mühendisliğe, üretim ve hizmete kapsam teşkil edecek bir örgütteki farklı grupların kalite geliştirme, kaliteyi devam ettirme ve kaliteyi iyileştirmeyi bir bütün halinde bir araya getirmek için kurulan etkin bir sistemdir. Toplam kalite kontrol üretim hattı personeli, satıcılar ve hizmet personeli vasıtasıyla bütün örgüt iş görenleri için ve işçi temsilcileri için pozitif bir kalite motivasyonunun temel esaslarını sağlar. Güçlü bir toplam kalite kontrol geniş bir şekilde toplam verimliliği iyileştirmeyi başarmak için bir örgütün faydalandığı en büyük bir güçtür [41].

1.4. Kalite Maliyetleri

Kalite maliyetleri oluşabilecek hataları önlemek amacıyla yürütülen faaliyetler için ürünlerin, kalite kontrol sırasında, üretim aşamalarında ya da teslimattan sonra görülen hataları sonucunda ortaya çıkan maliyetlerdir. Diğer bir tanımlama ile ürünün kullanım ve anlaşma için uygun olmasını sağlamak amacıyla işletmede harcanan zaman ve paranın belirlenmesidir. Aynı zamanda sorunların ortaya çıkartılması içinde önemli bir araçtır [42].

Kalite maliyetleri ikiye ayrılır:

- Uygunluk Maliyeti: Sözleşmelere uygun olarak yapılan üretimin maliyetidir. (kontrol, ekipman kalibrasyonu, bakım ve onarımı, motivasyon programları, pazar analizleri gibi.)
- Uygunsuzluk Maliyeti: Sözleşmelerin karşılanmasına neden olan hatalar ile ilgili maliyetlerdir. (pazar kaybı, ödenmeyen alacaklar, gibi)

Bunun yanında kalite maliyetleri ile ilgili diğer bir sınıflandırma ise şu şekildedir:

Dolaylı Maliyetler: Sorunları belirlemek ve önlemek için yapılan faaliyetlere ilişkin maliyetlerdir.

Dolaysız Maliyetler: Sorunların giderilmesi için yapılan faaliyetlere ilişkin maliyetlerdir. Dolaysız maliyetler üç grupta toplanır. Önleme maliyetleri, değerlendirme maliyetleri, iç ve dış hata maliyetleri.

Önleme Maliyetleri: Kısaca kötü kaliteyi önlemek için yapılan harcamalar bu grup altında toplanır. Bu gruba kalite planlaması ve tasarımı, süreç kontrolü, araştırma ve geliştirme çalışmaları ve personelin eğitimi ile ilgili maliyetler girer.

Değerlendirme Maliyetleri: Ürünün kalite düzeyini belirleyip, bu düzeyin korunması için yapılan harcamaları içerir. Başka bir deyişle bu tür maliyetler; kalite gereklerine uygunluğu sağlamak amacı ile kalite sınırlarının ölçümü için yapılan harcamalardır. Bunlar; gelen malzeme kontrolü, kontrol için yapılması gereken hazırlık işlemleri, işletme dışı kontrol ve testler maliyet unsurlarıdır.

Hata Maliyetleri: şirketin belirlediği kalite sınırlarına uymayan kusurlu hammadde ve ürünler nedeniyle ortaya çıkan maliyetlerdir. Bu maliyetleri içsel ve dışsal hata maliyetleri olarak ikiye ayırabiliriz.

- **İçsel Hata Maliyetleri:** Iskarta, bozulma ve istenen kalite sınırlarına uygunluğun sağlanmaması yüzünden ortaya çıkan sorunların çözümlenmesi için yapılan mühendislik hizmetleridir.

- **Dışsal Hata Maliyetleri:** Bozuk ve arızalı ürünler nedeniyle tüketicilerden gelen şikayetleri tespit, cevaplandırma ve giderme amacıyla yürütülen faaliyetler ve ürünün tüketici tesliminden sonra ortaya çıkan eksiklik ve arızaların şikayete neden olmadan giderilmesi için yapılan servis giderleridir [43].

1.5. Kalite Kontrole İlişkin Temel Kavramlar

I- Güvenilirlik: Bir ürünün ekonomik kullanılma süresi veya ömrü kalite düzeyini belirleyen faktörler arasında yer alır. Gerçek hayatta kesinlik söz konusu olmadığından ürünün ömrünü belirleyen süre ile beraber bu süre içinde arıza yapmadan çalışma olasılığını da göz önüne almak gerekir. Güvenilirlik bir ürünün kendisinden beklenen bir fonksiyonu önceden saptanmış bir süre içinde, belirli çevre ve çalışma koşulları altında arıza yapmadan yerine getirme olasılığı şeklinde tanımlanabilir [44].

Güvenilirlik, kaliteyi etkileyen önemli bir faktördür. Bir ürünün kendisinden beklenen işi, önceden belirlenmiş bir süre içinde aksatmadan yapma olasılığı şeklinde tanımlanabilir [31]. Mesela; bir ampul 1200 saat bozulmadan çalışacak şekilde yapılmış

olsun. Eğer bu ampulün 1200 saatten önce bozulma olasılığı %10 ise, güvenilirliği yani bozulmadan çalışma olasılığı da %90'dır denilir. Mamulü oluşturan parça sayısı arttıkça güvenilirlik derecesini yükseltmek çok güçleşir.

Güvenilirliği etkileyen faktörler olarak; ürünün performansı, çalışma koşulları ve kullanım süresi olarak temel 3 etmeni ele alabiliriz. Bunların yanında ürünün dizaynı, imalat hataları, kullanma ve çevre koşullarında değişmelerin meydana gelmesi, alternatif çözümlerin varlığının olması, arıza nedenlerinin etkinliği de sayılabilir [45].

II- Muayene: Bir ürünün, yarı ürünün, parçanın veya hammaddenin ölçü, nitelik veya performansının önceden belirlenmiş spesifikasyonlara uyup uymadığının tespitidir. Muayene işlemi kalite kontrol faaliyetlerinden sadece biridir [31].

Muayene bir teşhis sistemidir ve bize üretimin değerlendirilmesi için bazı bilgiler verebilir. Bunun yanı sıra üretim işleminde ortaya çıkan bazı karışıklıklar hakkında da bilgi sahibi olmamızı sağlar. Muayene aşağıdaki koşullara bağlıdır;

- Personelin niteliği,
- Muayene organizasyonu,
- Uygulanan cihaz ve aletler,
- Belirlenmiş spesifikasyonlar [46].

Muayene uygunluk kalitesinin, yani tasarlanan ve gerçekleştirilen kalite düzeyleri arasındaki farkın belirlenmesini sağlayan bir faaliyettir. Muayene aşağıdaki amaçlardan birini veya birkaçını gerçekleştirme amacına yönelebilir:

- Spesifikasyonların ölçülmesi
- Spesifikasyonların yorumlanması
- Elde edilen verilerle spesifikasyonların karşılaştırılması
- Elde edilen verilerin kabul edilebilirliği hakkında karar verilmesi
- Bu elde edilen sonuçların ilgili karar organlarına iletilmesi
- Kabul edilebilir parçaların kabul edilmeyecek nitelikte olanlardan ayrılması.

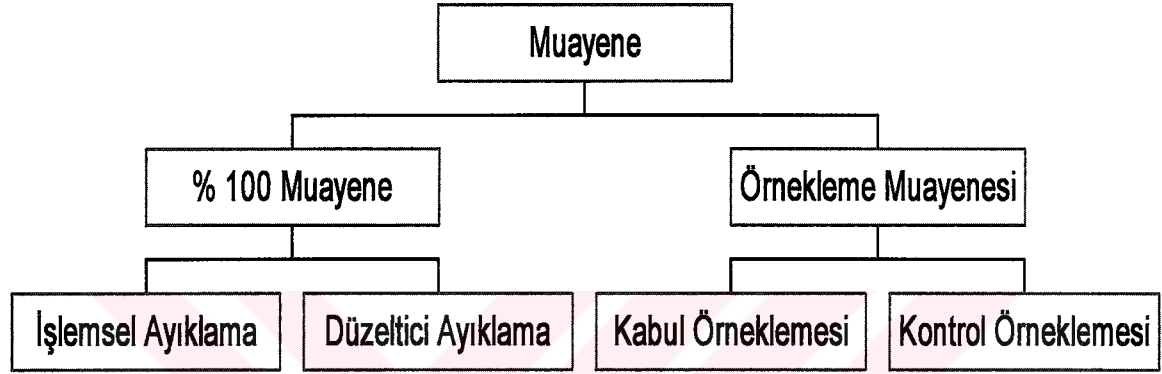
Muayene Yöntemleri: Muayene işlemleri ölçme konusu olan büyüklüklerin cinsine göre iki grupta toplanabilir.

- **Değişkenlerin Muayenesi:** Ölçme aletinin göstergesinde okunan değer ile spesifikasyon arasındaki farkı belirlemek amacıyla yapılan muayenelerdir.

- **Özelliklerin Muayenesi:** İş parçalarının, ölçme aletiyle önceden tanımlanmış gruplara ayrılması şeklinde uygulanan muayenelerdir.

Muayene işlemlerini, muayeneye tabi tutulmak üzere evrenden alınan parça miktarı ve sonuçların kullanılış amaçlarına göre sınıflandırmak mümkündür [31].

% 100 Muayene: Bu muayene yönteminde mamul teker teker muayene işlemine tabi tutulur. Mamul üretiminin tamamının ayrı ayrı muayene edilerek önceden belirlenen kalite spesifikasyon ve standartlarına uygun olup olmadığının saptanması, genellikle pratik ve ekonomik bir yöntem olarak kabul edilmektedir [47].



Şekil 1. Amaçlarına göre muayene sınıflaması

Evren hakkında en doğru kararın ancak tüm elemanların tek tek muayene edilmesi sonunda verilebileceği düşünülür. Fakat ilk bakışta mantığa çok uygun gelen bu yargının imalat ve muayene teknolojisi ile maliyet faktörleri açısından irdelenmesi halinde her zaman geçerli olmadığı anlaşılır.

a) İşlemsel ayıklama: İmalat işlemlerinin ve makinelerin yetersizliği nedeniyle ortaya çıkan bozuk parçalar tespit edilerek ayrılır. Bu bozuk parçaların ayrılmasıyla sonraki aşamalarda maliyetlerin yükselmesi önlenir.

b) Düzeltilici ayıklama: İşçilik, kontrol sıklığı, dikkatsizlik gibi kaçınılabilir hatalar yüzünden ortaya çıkan bozuk parçalar tespit edilir. Hata kaynaklarını gidermek için anında müdahalede bulunmak mümkündür [31].

Örnekleme Muayenesi: Evrenden belirli istatistik kriterlere göre tespit edilen ve tesadüfi seçilen bir kısmın örnek grubunun incelenerek yapılan araştırmalardır. Kalite kontrolünün önemli faaliyetlerinden biri olan muayenede örnekleme evrenin uygunluk kalitesini belirleme amacına yöneliktir.

Örnek için bulunan sonuçlar grubun tümü için geçerli sayılarak bir karar verilir. Örneğin parti kabul veya reddedilir. Örnekleme aracılığıyla muayene işleminde, N sayıdaki

evren üretim içerisinde n sayıda örnek alınarak kontrol edilmektedir. Örnek içinde belirlenen kusurlu birim sayısı k ve $k > c$ ise, evren üretimi tümüyle reddedilir. $k \leq c$ ise evren üretimi kabul edilir. Yani en basit bir örnekleme planında sırasıyla şu işlemler yapılır:

- a) N sayıdaki bir mamul üretiminden n sayıda örnek alınır.
- b) n sayıdaki örnek muayene edilir.
- c) Muayene sonunda elde edilen sonuçlar daha önce saptanmış kalite standart ya da spesifikasyonlarıyla karşılaştırılır.
- d) Bu karşılaştırma sonucunda evren üretimi red ya da kabul edilir [47].

a) Kabul Örnekleme: Hammadde girişinde imalat aşamalarında veya mamul ambarına girişte yapılabilen kabul örneklemesinde bulunan sonuçlar belli kriterlere göre olumlu ise grubun tümü kabul edilir, aksi halde reddedilir. Düzeltici karar o an için söz konusu değildir.

b) Kontrol Örnekleme: Muayene sonucunda kabul-red kararı verilmekle beraber makine veya içinden gelen hatanın düzeltilmesi amacıyla önlemler alınır. Aşırı değişimlere yol açan hatalar düzeltilir [31].

III- Örnekleme: Tanımlanan ve ilgilenilen özellikleri bakımından hakkında genellemelerin yapılması düşünülen bir evrenden belirli yöntemlerle sınırlı sayıda birimin seçilmesi, bu birimlerden oluşan örneklemin genellemeye konu olan özellikler bakımından incelenmesi suretiyle gerekli istatistiklerin hesaplanması ve bu istatistiklerin genelleme amacıyla kullanılması işlemidir [48].

Örnekleme; bir evrenden tesadüfi olarak seçilmiş ve daha az sayıda birimden oluşan örneği inceleyerek, evrenin çeşitli karakteristik değerleri hakkında bilgi sahibi olma ve böylece genel yargılara ulaşma çalışmaları şeklinde de tanımlayabiliriz [49].

Örneklemin temel amacı, ilgilenilen özellikler bakımından evreni en iyi temsil eden ve onun modeli olabilecek bir örneklemin oluşturulmasıdır. Örnekleme sürecinde oluşturulan örneklerin kendi başına hiçbir anlamı yoktur [48].

Tam sayımda parametrelerin kesin değeri bulunurken tahminlemeden doğan bir hata bulunmamaktadır. Örnekleme ise bir miktar hata içermektedir. Örnekleme yönteminin bu olumsuz yönüne rağmen tam sayıma tercih edilme nedenleri vardır. Bunlar [50];

- Örneklemin toplam maliyeti tam sayım ile kıyas etmeyecek kadar küçüktür.
- Örneklemede daha vasıflı eleman kullanma imkanı vardır.
- Örnekleme ile elde edilen verilerin doğruluk derecesi bazen tam sayıma göre daha yüksek olabilir.

- İstatistik kalite kontrol çalışmalarında tam sayım uygulanamadığından örnekleme başvurulması gerekir.
- Örnekleme zaman tasarrufu sağlaması [48].
- Pratik imkansızlık halinin bulunması.

Örneklemede iki süreç söz konusudur. Bunlardan birincisi evrenin yapısına en uygun örnekleme yöntemi ile örneklem seçim süreci, ikincisi ise örneklemeden evrenin özelliklerinin tahmin edilmesi sürecidir [49].

Örnekleme ile ilgili olarak kullandığımız bazı terimleri kısaca açıklayalım.

Evren: Üzerinde araştırma yapılacak olan ve belirli bir tanıma uyan birimlerin tamamının oluşturduğu topluluğa evren adı verilir. Her topluluk bir evren olarak görülmez. Bir topluluğun evren olabilmesi için onun ayrıntılı bir biçimde tanımlanması gerekir. Evren kapsadığı birimler topluluğunun sınırlı ya da sınırsız oluşuna göre sonlu evren ve sonsuz evren şeklinde sınıflandırılmış olur [48].

Örneklem: Evreni simgeleyecek nitelikte bir miktar birimin oluşturduğu alt gruptur.

Örneklem uzayı: Mümkün olan örneklem kümesidir.

Gözlem birimi: Örneklem birimi ile ilgili bilgi almak için kullanılan birimdir. Hakkında ayrı ayrı bilgi toplanan evrenin en küçük parçasıdır.

Çerçeve: Sonlu bir evrenin bütün birimlerinin yer aldığı listeye çerçeve denir. Bir başka açıdan örnekleme birimlerinin listesine çerçeve denir.

Değişken: Tanımlanan evreni oluşturan birimlerin sahip oldukları ve birbirinden ayırt edilebilmelerine yarayan özelliklerdir. Bu özellikler evrendeki farklı birimler üzerinde farklı değerler alabilen ve ölçülebilen özelliklerdir.

Veri: Gerçek nesne, birey veya olayları, genel ifadeyle birimleri, tartmakla, ölçmekle veya saymakla elde edilen her türlü anlamlı işaret, sayı, simge ve sözcüklere veri veya gözlem değeri adı verilir.

Parametre: Evrenlerde ilgilenilen değişkenin durumu parametre adı verilen sayısal belirleyici ölçülerle tanımlanır. Evrenin özelliklerini tanımlayan belirleyiciler parametredir.

IV- Kalite standartları: Standart; bir ürünün kalite özellikleri ile ilgili mamul dizaynı, üretim, ölçme vb. işlemler için önceden tespit edilmiş kurallara denir [2].

Standartlaştırmadan beklenen temel amaçları şu şekilde sıralayabiliriz [51];

- Makine ve işgücünün verimliliğini artırmak,
- Üretim maliyetini düşürmek,
- Malzeme kayıplarını minimuma indirmek,

- Stoklara yapılan yatırımları azaltmaya çalışmak,
- Tamir-bakım ve yedek parçalara ilişkin harcamaları azaltmak,
- Müşteri ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılamak,
- Üretim işlemlerinin karşılaştırılmasını sağlamak,
- Kalite kontrolü ve muayene işlemlerini kolaylaştırmak.

Standardizasyon faaliyetleri sonucunda mamul kalitesinde büyük gelişmeler elde edilmektedir. Bu durum hem tüketiciye hem de üreticiye büyük faydalar sağlayacaktır. Standardizasyon çalışmaları sonucunda mamul kalitesindeki artışın sebepleri üç ana grupta toplanabilir [52]:

1. Standartlaştırma faaliyetleri sonucunda artan işbölümü ve buna paralel olarak uzmanlaşmadaki artış işçinin daha kaliteli mamul üretmesini sağlar.

2. Kalite kontrolünde temel amaç, malzeme veya mamullerin önceden tespit edilmiş kalite toleransı ve kalite özelliklerine uygunluğunu tespit etmektir. Bu konuda çalışmaların bilimsel bir şekilde yapılabilmesi için bir takım ölçülere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ölçülerin başında söz konusu malzeme ve mamuller için oluşturulmuş standartlar gelir.

3. Mamule ilişkin standart bilindiği takdirde mamul kalitesinin geliştirilebilmesi için hangi parçalarda ne gibi değişikliklerin yapılması gerektiği kolayca tespit edilebilir. Bu bakımdan standartlaştırma faaliyetleri hem ürünün hem de mamul kalitesinin geliştirilmesini sağlar.

V- Spesifikasyonlar: Spesifikasyon; bir işin nasıl yapılacağını ayrıntılı bir şekilde gösteren talimat olarak tanımlanabilir [2].

Spesifikasyonun amacı; bir şeyin doğru, eksiksiz ve ilgililer tarafından yanılıya meydan bırakmadan kolaylıkla anlaşılmasını sağlayacak şekilde tanımlanmasıdır. Spesifikasyonlar standartların uygulanmasında ve kalite özelliklerinin belirlenmesinde etkin bir haberleşme aracıdır. Bir imalat işletmesinde çeşitli departmanlar arasındaki yoğun bilgi akışında, alıcı ve satıcılarla olan ilişkilerde spesifikasyonlar haberleşme süresini kısaltma ve yanlışlıklardan doğan sorunları azaltma konusunda önemli bir role sahiptir. İmalatta, malzeme, mamul, proses, test yöntemi ve kabul kriterleri, kullanım biçimi gibi konularda spesifikasyon hazırlanması söz konusu olabilir. Kalite kontrol faaliyetlerinin çeşitli aşamalarında sık sık kullanılan bu spesifikasyon türlerinin amaç ve içeriklerini özetlersek [53];

a) Malzeme ve mamul spesifikasyonları: Bir malzemeyi, basit veya karmaşık bir mamulü tanımayı ve diğerlerinden ayırt etmeyi sağlayan bir spesifikasyondur. Bu tür spesifikasyonlarda yer alan konular;

- Spesifikasyonları tespit eden işletme içindeki bölüm veya işletme dışındaki kuruluşun adı,
- Spesifikasyonu yayımlayan bölüm veya kuruluşun adı,
- Spesifikasyonu belirleyen isim, kod numarası ve yayın tarihi,
- Malzeme veya ürünün özelliğini belirleyen bilgiler,
- Önceden tespit edilen ve malzeme veya mamulde bulunması gereken kalite karakteristikleri ile uygulanacak standart ve toleranslar,
- Malzeme veya mamullere uygulanacak örnekleme yöntemleri, kabul veya red kriterleri,
- Paketleme, etiketleme biçimi, ürünün seri numarası, taşınması, istiflenmesi vb. bilgiler,
- Malzeme veya mamule ilişkin spesifikasyonların tespitinde uygulanacak test ve incelemelerin adları.

b) Proses spesifikasyonları: Başlıca iki amaca hizmet etmek için kullanılırlar. Bu amaçlar;

- Söz konusu ürünün istenilen koşullara uygun ve ekonomik üretimi için imalatla ilgili tüm kişi veya departmanların yapması gerekenleri belirleme,
- Mamul karakteristikleri ile imalat koşullarını bir arada ele alarak kaliteyi tanımlamadır.

c) Test spesifikasyonları: belirli bir ürünün, yarı ürünün veya malzemenin istenilen niteliklere sahip olup olmadığını ölçmek ve onların kabul edilip edilmeyeceğini tespit etmek amacı ile yapılacak olan test işlemlerini belirleyen özelliklerdir. Bu spesifikasyonlar, testin amacı, ölçme kriterleri, testte kullanılacak araçlar ve gereçler, örnek seçme ve test işlemleri, hesaplama metotları, sonuçların yazılma biçimleri vb. bilgileri öngörmektedir [2].

d) Kullanma spesifikasyonları: üreticiden çok mamulü kullanacak olanların yararlanması amacı ile hazırlanan bu tür spesifikasyonlar; ürünün kullanılabilceği koşullar, montaj, çalıştırmaya hazırlık ve çalıştırma biçimi ve bakım işlemleri ile ilgili bilgi ve talimatlardan oluşur [53].

VI- Hata ve toleranslar: Üretim sürecinde birbirine %100 benzeyen mamullerin üretilmesi mümkün değildir. Ne kadar dikkat edilirse edilsin, kullanılan aletler ve ölçüler ne kadar duyarlı olursa olsun üretilen ürünün kalitesinde bir takım sapmalar meydana gelecektir. Ürünün dizaynında öngörülen, belirli sınırlar içerisinde olması beklenen ve ancak bu sınırlar dahilinde gerçekleştiğinde kabul edilebilen sapmalara tolerans adı verilmektedir. İstenilen özellikleri taşımayan ürünler hatalı olarak kabul edilir. Bu açıdan hata, tüm kalite kontrol faaliyetlerinin odak noktasını oluşturan kavramdır. Fakat kalite kontrolde hata sübjektif bir kavramdır. Sebebi ise bir ürünün hatalı olup olmadığına tolerans ve spesifikasyonlara bakılarak karar verilir [2].

Hata, gerçek boyuttan nominal boyutu çıkararak elde edilir. Nominal boyut referans alınan boyuta ve işlem yapıldıktan sonra elde edilen boyuta da gerçek boyut denir [2].

Toleransların belirlenmesinde etkili olan faktörler olarak [54];

- Fiziksel faktörler: Boyut, şekil, konum, montaj, çalışma ve fonksiyon şartları,
- Ölçme faktörleri: Alet, yöntem ve kontrolörden gelebilecek hatalar,
- Üretim araçları: Malzeme, tezgah, kesici alet, bağlama alet ve kalıpları ve işçilik,
- Ekonomik faktörler: Dar tolerans, işletme maliyetini arttırdığı halde, büyük montaj kolaylığı, yüksek kalite ve görev yapma veya işleyiş seviyesi ile uzun bir ömür sağlarken; geniş tolerans, üretim kolaylığı, daha az ıskarta, malzeme ve işçilikten tasarruf sağlar. Bu nedenle görünüş, fonksiyon, ömür ve güvenilirlikle maliyet arasında en uygun dengeyi sağlayacak toleranslar belirlenmelidir,
- Beşeri faktörler: En uygun toleransın belirlenmesi için konstrüksiyon, üretim ve kalite kontrol bölümlerinin işbirliği gerekir.
- Tolerans sistemini belirlerken ve özellikle kaliteyi arttırırken aşağıdaki noktalara dikkat etmek gerekir [55]:
- Mühendislik hizmetleri aşırı derecede artmamalıdır,
- Hammadde, makine ve teçhizat imkanları fazla zorlanmamalıdır,
- İşgücü verimliliğini azaltmamalıdır,
- Kusurlu mamul sayısı ile red sayısını arttırmayacak şekilde olmalıdır,
- Üretim sürecini ve üretim maliyetlerini arttırmamalıdır,
- Muayene ve kontrol faaliyetlerini zorlaştıracak hassas cihazlara yatırım gerektirmemelidir.

1.6. Kalite Kontrolün Amaçları ve Yararları

a) **Kalite Kontrolün Amaçları:** Kalite kontrolün amacı, tüketici isteklerinin ve işletmenin genel amacıyla birlikte ve muhtemel en ekonomik seviyede karşılayabilecek ürünün üretilmesini sağlayacak plan ve programların geliştirilerek uygulanması ve etkin bir biçimde yürütülmesini sağlamaktır [26]. Bunun yanında bir işletmede etkili bir kalite kontrol uygulaması sonunda gerçekleşmesi istenen yardımcı amaçlar şöyle sıralanabilir.

- Mamul kalite düzeyinin yükseltilmesi
- Mamul dizaynının geliştirilmesi
- İşletme maliyetinde azalma
- Iskarta, işçilik ve malzeme kayıplarında azalma
- Üretim hattındaki darboğazların giderilmesi
- Personel moralinin yükselmesi
- Tüketicinin parasının karşılığını aldığını görerek memnun olması, şikayetlerin azalması ve müşterinin korunması
- Ülke ekonomisine olumlu katkılar
- İşletmenin prestijinin artması, iç piyasada yerli ürüne güven artırılması ve dış piyasada da rekabet gücünün kazanılması
- İşletme ve kalite maliyetlerinde azalmasıyla işletme mensuplarının moralinin yüksek tutulması ve işçi-işveren ilişkilerinin düzenlenmesi [31].
- Bozuk işleri ve hurda oranını azaltıp, makine özellikleri konusunda işçinin eğitilmesi ile verimliliğin yükseltilmesi
- Rakip firmaların ürün kalitelerinin gözlenmesi [56]
- Daha ucuz ve kolay işlenebilir malzeme araştırılması
- Kusurlu ve tasarımı hatalı ürünlerin neden olacağı tehlikelerin azaltılması [1]
- Üretimin, başlangıçta doğru yapılmasının sağlanması ile eldeki makine ve iş gücünden en yüksek faydanın elde edilmesi, karın ve verimliliğin artırılması,
- Tamir-bakım harcamalarının azaltılması.

Özet olarak kalite kontrol devlet, üretici firma ve tüketicinin haklarının korunmasını amaç edinmektedir [43].

b) **Kalite Kontrolün Yararları:** Kalite kontrollerinin çeşitli yararları vardır. Bunların başlıcalarını şöyle sıralayabiliriz.

Her şeyden önce kalite kontrolü, üretimi planlama ve uygulama sürecinde hatalar varsa, bunların önceden saptanmasına imkan verir. Bu sayede düzeltici tedbirler alınarak, tüm üretilenlerin hatalı olması önlenir ve işgücü, materyal ve zaman israfı engellenir.

Kalite kontrol yasal şartlara uygunluğu sağlar; çoğu kez ürünün, sağlık, güvenlik ve benzeri nedenlerle yasalarla konulmuş zorunlu standartlara göre üretilmesi gerekir. Bunu da titizlikle uygulanan kalite kontrol gerçekleştirir.

Kalite kontrol, pazara sunulan ürünün tüm birimlerinin standart olmasını, diğer bir ifade ile aynı ölçüde, nitelikte ve tipte olmasını sağlar. Yasal zorunluluğun olmadığı çeşitli durumlarda standardizasyon çok önemli ve gereklidir. Ayrıca standardizasyon, tüketicide mamule ve onu üreten işletmeye güvenini de sağlar [57].

Kalite kontrol ile çabuk ve etkili bir muayene en az masrafla güvence altına alınabilir.

Günlük kalite kontrol kartlarının tutulması ile üretim süreci veya spesifikasyonlarda mühendislik yönünden yapılacak faydalı değişiklikler ortaya konulabilmekte ve malzemelerin ekonomik olarak kullanılması sağlanabilmektedir [41].

1.7. Örneklem ve Başlıca Örneklem Yöntemleri

Evrenden örnek almanın amacı, evren hakkında doğru bilgi elde etmek ve böylece doğru karar verme olasılığını arttırmaktır.

Örneklemde dikkat edilecek husus; örneklerin doğru, güvenilir, ekonomik ve karar vermeyi hızlandırıcı nitelikte olmasına özen gösterilmesi ve örneğin evrenin bir bölümünü değil tamamını temsil etmesidir [49].

1.7.1. Örneklem için Birim Seçme Yöntemleri

Örneklem girecek birimlerin seçiminde keyfiliğin rol oynayıp oynamaması kriter alındığında birim seçme yöntemleri keyfi seçim yöntemi ve tesadüfi seçim şeklinde sınıflandırılmaktadır [49].

Keyfi Seçim: Bilinçli seçimde denilen bu yöntemde örneklem oluştururken, tanımlanan evreni oluşturan birimler arasında fark gözetilir, yani bütün birimlere bilinen bir olasılıkla seçilme şansı verilmez ise bu türden birim seçimine keyfi seçim adı verilir.

Bu seçimde araştırmacı hangi birimin örnekleme gireceğini bilerek ve isteyerek belirler. Bu durum, örnekleme girecek birimlerin seçimini yapacak kişinin kişisel özelliklerinin bilerek ve isteyerek seçim işlemlerine yansımaya neden olabilir.

Tesadüfi Seçim: Örneklem oluşturulurken örnekleme dahil olacak birimlerin seçimi yapılırken evreni oluşturan birimler arasında herhangi bir ayrıcalık gözetilmez. Yani bütün birimlere eşit seçilme şansı veriliyorsa tesadüfi seçim yapılmış olur. Çeşitli tesadüfi seçim yöntemleri vardır. Bunlar;

- **Kura Usulü:** Tesadüfi seçim yapma imkanı veren bu usulle tanımlanan evrene ilişkin temin edilen veya hazırlanan çerçevede var olan bütün birimlere 1'den N'ye kadar numara verilir. Bu numaralar fişlere yazılır ve bir torbaya atılır. Fişler iyice karıştırıldıktan sonra "n" tane fiş torbaya iade edilmeksizin çekilir. Çıkan fişlerdeki numaralara karşı gelen birimler örnekleme oluşturur.

Yapılan seçimde fişler torbaya geri konulmazsa buna iadesiz tesadüfi seçim, torbaya geri konulursa da buna iadeli tesadüfi seçim denir. İadesiz yapılan tesadüfi seçimde her çekilişten sonra evrende kalan birimlerin seçilme olasılıkları eşittir. Evren hacmi çok büyük olduğu zaman bu usulü uygulamak güçlük yaratır.

- **Sistematik Seçim:** Birim seçiminin bağımlı olduğu bu yöntemde uygulama; $k = N / n$ oranı ile hesaplanır. Bu oran büyüme faktörü olarak isimlendirilir. 1,2,3,4,.....,k adet sayı arasından tesadüfi olarak bir sayı seçilir. Çekilen sayı mesela "a" olsun. "a" örnekleme girecek birinci birimin sıra numarasını gösterir.

a' ıncı, $a + k'$ ıncı, $a+2k'$ ıncı,...., $a + (n-1)k'$ ıncı sıra nolu birimler n hacimli örnekleme temsil eder. Burada da bir birimin n hacimli örnekleme yer alması olasılığı n/N 'dir. Ancak olası örneklemelerden birinin seçilmesi olasılığı örnekleme oluşturabilme şansına sahip k kombinasyonunun her biri için $1/k$ olmak üzere eşit, diğerlerinin ise sıfırdır [48].

- **Tesadüfi Sayılar Tablosu Kullanarak Seçim:** Birkaç tane tesadüfi sayılar tablosu olmasına rağmen, büyüklük bakımından kullanıma en uygun olanı Kendall ve Smith'in Tesadüfi Sayılar Tablosu'dur [58]. Bunun yanında bilinen diğer iki tablo 105000 tesadüfi basamağa sahip Interstate Commerce Commission Tablosu ile 1 milyon basamağa sahip Tesadüfi Sayılar Tablosudur [59].

Son yıllarda gelişen teknoloji hayatın her aşamasında bize kolaylıklar sağlarken istatistiksel olarak hazırlanan çok çeşitli paket programlar yardımıyla da istatistiksel hesaplamalar daha hızlı ve daha güvenilir olarak yapılabilmektedir. Fonksiyonel hesap makineleri yardımıyla bile tesadüfi birim seçme işlemi yapılabilen günümüz teknolojisinde

gerekli olan kullanılacak birim seçme yönteminin belirlenmesi ve bunun için gerekli şartların sağlanmasıdır.

1.7.2. Başlıca Örneklem Yöntemleri

İstatistikte ve kalite kontrolde kullanılan başlıca örneklem yöntemleri olarak; basit tesadüfi örneklem yöntemi, tabakalı örneklem yöntemi, kademeli örneklem yöntemi, küme örnekleme yöntemi, iki kademeli örneklem yöntemi, çok kademeli örneklem yöntemi, kota örnekleme yöntemi, sistematik örneklem yöntemi ve kabul örnekleme yöntemini sayabiliriz.

Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemi: Her bir örneklem birimine eşit seçilme olasılığı vererek ve seçilen birimin bir defa daha örneklem alınmadığı yöntem basit tesadüfi örneklem adı verilir [49]. Bu tanımda belirtilen özellikleri taşıyan ${}_N C_n$ sayıdaki olası örneklem her birine “basit tesadüfi örneklem” denir [48].

Örneklem girecek olan birimler arasında bir fark gözetilmez, bir tercih yapılmaz ve bütün birimlere eşit seçilme şansı sağlanırsa, “basit tesadüfi örneklem” uygulanmış ve böylece temsili bir örneklem elde edilmiş olur. “N” birimden oluşan bir evrenden “n” birimlik bir örneklem seçilirken, her çekilişte bütün birimlere eşit olasılıkla seçilme şansı tanındığında uygulanabilecek en basit yol [60]; kura yöntemi ve tesadüfi tablosundan yararlanmak, iadeli ve iadesiz seçim ve sistematik seçimdir.

İstatistiksel kalite kontrol çalışmalarında geniş uygulama alanı olan basit tesadüfi örneklem temelde iki amaçla kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi; örnekten hareketle evren ortalamasının tahmini, ikincisi örnek verileri kullanılarak evren oranının tahminidir.

Tabakalı Örneklem Yöntemi: Diğer bir adı da zümrelere göre örneklem yöntemidir. Bu yöntemde evren bazı özellikler ve kriterlere göre tabaka adı verilen daha homojen alt evrenlere ayrılır. Bu örneklem yönteminde evrene ait birimler birden fazla tabakada yer alamazlar. Tabakaları oluşturan birimlerin toplamı evreni oluşturan birimlerin sayısına eşit olur [49].

Tabaka sayısı arttıkça varyans aynı oranda azalmaz. Çünkü, her bir tabakaya düşen örneklem genişliği azalacağından, istenen küçülme doğru orantılı olarak sağlanamaz. Bu nedenle yönetsel ve idari zorluklar dışında tabaka sayısı fazla arttırılmamalıdır. Aksi halde işlemler zaman alıcı ve işlem hatası yapma riski fazla olur. W.E. Deming çoğu durumda iki, üç tabakanın yeterli olabileceğini belirtmektedir [61].

Tabakalı örneklemede başıca üç farklı hesaplama yöntemi uygulanmaktadır. Bunlar;

a) Orantılı Dağıtım Yöntemi: Nisbet usulü örnekleme oranı veya sabit örnekleme oranı, bu yöntemde evren ortalamasını veren formül [50];

$$\mu_{\text{tab.}} = \frac{\sum_{k=1}^k n_k \cdot \bar{x}_k}{n} \quad (1)$$

n_k = Alt tabaka örnek hacmi, \bar{x}_k = Alt tabaka ortalaması, n = Çekilen örnek hacmi

Orantılı dağıtım yöntemi ile evreni temsil edecek örnek hacminin bulunabilmesi için şu verilerin bilinmesi gerekir:

- Evren ortalaması tahmini ile evren ortalaması arasındaki tarafımızdan belirlenen farkın hata payı bilinmelidir. Buna “**b**” diyelim,

- Güven düzeyinin karşılığı olarak tablodan bulunan standart normal değişken değeri ($Z_{\alpha/2} = 1.96$ değeri $\alpha = 0.05$ riskin tablo değeri)

- Bu iki değer birbirine oranlanması ile elde edilen değeri de “**B**” ile gösterelim,

$$B = b / Z_{\alpha/2} \quad (2)$$

Örnek hacmini veren formül ise;

$$n = \frac{N \sum N_h (S_h^2)}{N^2 B^2 + \sum N_h (S_h^2)} \quad \text{Bdf} \neq 1 \text{ için [50]} \quad (3)$$

$n/N < 0.05$ olduğunda $Bdf = 1$ kabul edilmekte ve düzeltme faktörü kullanılmaya gerek kalmamaktadır. $n/N \geq 0.05$ ise $Bdf \neq 1$ kabul edilir ve düzeltme faktörü kullanılır.

b) Optimum Dağıtım Yöntemi: Bu yöntemde örneklemin sabit bir bütçe ile oluşturulmasının gerekli olduğu ve ayrıca seçilen birimlerin örnekleme maliyetinin tabakadan tabakaya farklılık gösterdikleri durumlarda başvurulur [50].

Optimum dağıtımda evren ortalamasını veren formül şu şekildedir:

$$\mu_{\text{tab.}} = \frac{\sum_{k=1}^k N_k \cdot \bar{x}_k}{N} \quad (4)$$

Optimum dağıtım yönteminde örnekleme hacminin hesabında kullanılan formül;

$$n = \frac{\sum (N_h \times S_h \times \sqrt{C_h}) \times \sum (N_h \times S_h / \sqrt{C_h})}{N^2 \times B^2 + \sum N_h (S_h)^2} \quad (5)$$

S_h = h. tabakanın standart sapması, C_h = tabakalarda birim başına örnekleme maliyetidir, N = evren

c) Neyman Dağıtım Yöntemi: Örnekleme amacıyla tabakalı tesadüfi örnekleme planı benimsendiğinde, örneklem hacminin tabakalara dağıtımı toplam maliyetin sabit ve her tabaka için birim değişken örnekleme maliyetinin eşit olduğu varsayımı altında yapılıyorsa bu dağıtım yöntemine Neyman dağıtım yöntemi denir.

Kademeli Örnekleme Yöntemi: Bu örneklemenin faydası örnekleme maliyetinin az olmasıdır. Bu yöntemle başvurmadan önce evren küme denen alt gruplara ayrılır. Bu kümelerden bir veya birkaç tanesi seçilmek suretiyle kümelerin birimlerinin örneği oluşturması sağlanabilir.

Kademeli örnekleme yöntemlerinden tek kademeli örnekleme yöntemi, küme örnekleme yöntemi olarak adlandırılmaktadır. Tek kademeli örneklemede örnek belirlendikten sonra bu söz konusu örnekten tekrar örnek çekilirse buna iki kademeli örnekleme denir. Aynı işlem üç kere ve üç kademedeki tekrarlanırsa üç kademeli, çok daha fazla kademedeki çok defa tekrarlanırsa çok kademeli örnekleme yöntemi adı verilir [49].

a) Küme Örnekleme Yöntemi: Bu örneklemede kümeler örnekleme birimi olarak düşünüldüğünden, evren için çerçeve hazırlanmasına gerek kalmamaktadır [50].

Küme örneklemesine başvurma nedenleri, maliyet ve zorluk nedeniyle evren birimlerinin tam listesinin yapılamaması ve dolayısıyla araştırma çerçevesinin tam olarak belirlenememesidir. Aynı kümedeki birimler arasında önemli farklılıklar bulunmadığı için, bu kümelerin incelenmesi ile elde edilecek sonuçların evreni temsil edememesi ve bu nedenle örnekleme hatasının büyük çıkması olasılığı küme örneklemesinin başlıca

sakıncasını oluşturmaktadır. Küme örneklemede kümelerdeki birimlerin sayıları eşit olabileceği gibi farklılıkta gösterebilir.

Küme örneklemede optimum örnek çapının bulunmasında kullanılan formül;

$$n = \frac{N \times S_{küm}^2}{N \times (d_{küm})^2 + S_{küm}^2} \quad (6)$$

buradaki $(d_{küm})^2$ örneklemeden elde edilecek bilgilerin sahip olabileceği en fazla hata miktarıdır. $S_{küm}^2$ değeri de varyansdır.

b) İki Kademeli Örnekleme Yöntemi: Küme örnekleme ile örnekleme işlemleri yapıldıktan sonra bu örnekten tekrar örnek çekebiliriz. Bu tür örnekleme iki kademeli örnekleme denir. Bu örneklemede M birim sayılı her bir kümeden m birim sayılı örnek seçilerek örnekleme teşkil edilir [49].

Bu örneklemenin ilk kademesinde kümeler basit tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilir. İkinci kademe de ise seçim herhangi bir örnekleme yöntemi ile gerçekleştirilebilir.

c) Çok Kademeli Örnekleme Yöntemi: İki kademeli örneklemede yapılan işlem üç kademe gerçekleştirilirse üç kademeli, daha fazla kademe gerçekleştirilirse uygulanan kademe sayısı kadar kademeli örnekleme yapılıyor denilmektedir.

Örnek birimleri hiyerarşik bir yapı sergiliyorsa çok kademeli örnekleme daha uygun olmaktadır. Bu örnekleme yönteminin sakıncası, daha fazla maliyet gerektirmesidir. Ayrıca kademe sayısı arttıkça zaman kaybı da artmaktadır. Çok kademeli örneklemede de örneklemenin ilk kademesinde basit tesadüfi örnekleme yöntemi ile kümeler belirlenir. İkinci ve daha sonraki kademelerde ise seçim için herhangi bir örnekleme yöntemi uygulanabilir [49].

Kota Örnekleme Yöntemi: Bu yöntem çoğu zaman belli bir evrenin çeşitli özelliklerini ortaya çıkarmak için kullanılan bir örnekleme yöntemidir. Kota örnekleme yöntemi özellikle ayrıntılı bilgilerin elde edilebilmesi için gözlem anında çeşitli açıklamaların gerekli olduğu veya araştırılacak olan evren hacminin büyük olmaması durumunda fazlaca kullanılan bir örnekleme yöntemidir.

Kota örnekleme yönteminde uygulanması gereken işlem aşamaları sırasıyla şu şekilde sıralanabilir [62].

- Önce evren hacmi belirlenir (N). Problemden evren analiz edilecek özelliğe bağlıdır.

- Örnek hacmi belirlenirken kısaca iki değişik yöntem uygulanır:

1. Örnek oranı araştırmacı tarafından tecrübeyle maliyet, zaman ve problemin konusuna bağlı olarak belirlenir. Evren hacminin büyüklüğü de oranın seçiminde etkili olmaktadır.

$0.05 < n/N < 0.10$ özellikle evren bu iki değer arasında ise bu yöntem kullanılır.

2. Evren hacmi küçükse, örnek hacmi kotalar belirlenmesinden sonra ortaya çıkar.

3. Gruplar belirlenir (Q_1)

4. Kotalar belirlenir. Kota her grubun evren hacmi içindeki yüzde oranıdır (k_i)

5. Kotalara göre her gruptan örneğe alınacak eleman adedi (n'_i) hesaplanır.

$n'_i = n \times k_i$ şeklinde düzenlenmektedir.

Kota örneklemesinde amaç, evrenin küçük bir benzerini meydana getirmek, kısacası evrendeki her grubun örnekte aynı oranda temsil edilmesini sağlamaktır. Bu amaçla grupların evren içindeki oranlarının bilinmesi gerekir.

Sistemik Örneklem Yöntemi: Bu yöntem evren ve örnek birim sayıları ile orantılı olarak eşit aralıklarla birimlerin çekilecek örneklerin düzenlendiği bir yöntemdir. Evren birimleri 1'den N'ye kadar numaralanır ve $k = N/n$ oranı bize örnekleme aralığını vermektedir. İlk k aralığındaki birimlerden birinden başlanarak eşit aralıklarla birimler seçilerek örnekler düzenlenir [60].

Bu yöntem bazı yönleri ile basit tesadüfi örnekleme benzemektedir. Bu yöntemde örneğe seçilen ilk k birimine "başlangıç noktası" adı verilir. bu birim geriye kalan $n - 1$ birimi, yani bütün örnekleme etkilemektedir.

İlk terimin, örnekleme aralığından rastlantısal olarak seçilmesi arzu edilmiyorsa sık kullanılan yollardan biri, eğer (k) tekse, en ortadaki yani $(k + 1)/2$ 'nci birimin, çiftse en ortadaki iki birimden birinin yani ya $k/2$ 'nci ya da $(k/2)+1$ 'inci birimin başlangıç noktası olarak seçilmesidir [49].

1.8. Kabul Örneklemesi Yöntemi

A.M Mood, 1943 yılında yaptığı çalışmada kabul örnekleme planlarının doğruluğunun örnekleme yapılan kitle ya da partinin dağılımına bağlı olduğunu bir teoremlerle kanıtlamıştır. Buna ek olarak A.M Mood'un çalışması, çoğu örnekleme planları için sürecin istatistiksel kontrolde olması gerekmediği görüşünü ileri sürmesiyle de dikkat

çeker [63]. Bu görüşün önemli olmasının nedeni çoğu zaman kitle dağılımının tam olarak bilinmemesi ancak tahmin edilebilmesidir. Bu tahmini dağılım sayesinde örneklemdaki kusurlu birimlerin sayısı ile kitlede, örneklem çekildikten sonra geriye kalan birimlerin içerdikleri kusurlu birim sayısı tahmin edilir. Bu bilgi kabul örnekleme planının kullanılıp kullanılmayacağı ve hangi planın benimseneceği kararını vermede temel oluşturur.

R.A Freund, 1957 yılında yaptığı çalışmada kabul örnekleme planlarının ve istatistiksel süreç kontrolünün (İSK) birbirlerini tamamladıkları bir kabul kontrol tablo sistemi geliştirmiştir [63]. Bu sistemde kabul kontrol tablosu süreç seviyelerinde kontrolün yönünü değiştirmede kullanılan kabul kriterlerini tespit etmek için ortalama bir değer verir. Bu tablo süreçte elimine edilemeyen ve düzensiz aralıklarla olan değişimi yansıtmada kontrol sınırlarını kullanır. Reddedilir süreç seviyesi ile kabul edilir süreç seviyesi arasında kabul kontrol sınırı yer alır. Reddedilir süreç seviyesine gerçek süreç değişkenliğinin tahmini ve tüketicinin kabul edebileceği risk seviyesi ile karar verilir. Benzer olarak kabul edilebilir süreç seviyesine de gerçek süreç değişkenliğinin tahmini ve üreticinin kabul edebileceği risk seviyesi ile karar verilir. R.A Freund'un tablo sisteminin temeli, bir kitle ya da partiyi değerlendirmek için ortamları grafiksel olarak kullanan değişken bir kabul örnekleme planıdır.

W.E Deming 1986 yılında yazdığı "Krizden Çıkış" (Out of Crisis) adlı kitabında kabul örnekleme planlarının kullanımına karşı çıkarak %100 kontrol ya da kontrol yapılmamasını önerir [63]. W.E Deming'in görüşüne göre kabul örnekleme planları tüketiciye kusurlu birim verileceğini garanti eden tekniklerdir. W.E Deming %100 kontrol yapmanın ya da kontrol yapmamanın, ortalama olarak, toplam kalite maliyetini minimize edeceğini, eğer bir sürece kontrol yapılacaksa %100 kontrolün yapılması gerektiği görüşünü savunur. Dengeli ve kusurlu birim oranı tahmin edilen süreçler için çekilen örneklemden kusurlu oranının, örneklem çekildikten sonra geri kalan birimlerin kusurlu oranından bağımsız olduğunu düşünür. Bu bağımsızlığın bir sonucu olarak da örneklemden kusurlu oranından kitledeki kusurlu oranı tahmin edilemeyeceğinden kabul örnekleme planlarının geçersiz olduğunu açıklar. Böylece W.E Deming'e göre süreç, istatistiksel süreç kontrol yöntemleri ile kontrol edilmelidir.

S.B Vardeman 1986 yılında yaptığı çalışmasında kabul örnekleme planlarının kullanımına karşı olan fikirleri değerlendirdikten sonra süreç dengeli olsa da, kabul örnekleme planı uygulanabilir, kalitenin değişken olduğu durumlarda da kabul örnekleme planlarının uygulanabilir olduğu görüşlerini savunmuştur [63]. S.B Vardeman'ın

çalışmaları; kusurlu oranı küçük olan süreçlerde örneklem çekildikten sonra geri kalan birimlerin kusurlu oranları sabit sayılmamalıdır. Kabul örnekleme planları insan hatasının söz konusu olduğu dengeli süreçlerin izlenmesinde kullanışlıdır. Bu tür kitleler için kusurlu oranı değişkendir. Böylece kayıtsız ya da kalitesiz ürün üreten üreticilerin kontrolü kötüye kullanmaları engellenebilir. Böylece S.B Vardeman'a göre kabul örnekleme planlarının istatistiksel kontrol sistemindeki yeri tanımlanmış olur.

D.K Fitzsimmons, 1989 yılında yaptığı çalışmada dengeli süreçler için kabul örnekleme planlarının uygun olmadığını savunmuştur [63]. D.K Fitzsimmons kontrolün maliyeti ile bu kontrolden müşterinin elde edeceği faydanın karşılaştırılmasını önerir. W.E Deming'e göre kontrolün maliyeti müşterinin faydasını aştığında kontrol yapılmamalıdır. Bu düşünce D.K Fitzsimmons'un fikrini destekler. D.K Fitzsimmons'un geliştirdiği yöntemde tek bir birimin kontrolünün maliyetinin, gözden kaçırma maliyetine bölünmesi ile bu oran hesaplanır. Hesaplanan oran kalite dönüm noktası olarak adlandırılır. D.K Fitzsimmons kontroller arasında en küçük maliyetli olanın kabul örnekleme planı olması gerektiğini söyler. Ayrıca dengeli olmayan süreçler için kalite dönüm noktasının ortalama olarak kullanılan planın kalite sınırına yakın olması gerektiğini, dengeli süreçlerin ise ya %100 kontrol edilmesi ya da kontrol edilmemesi gerektiğini savunur.

D.C Montgomery'nin 1991 yılında yaptığı çalışmada, kabul örnekleme planlarının ve istatistiksel süreç kontrol yöntemlerinin birlikte kullanılması üzerinedir [63]. Bu çalışma kısa dönemli fabrika organizasyonlarında kabul örnekleme planlarının daha etkili olduğu ve uzun dönemde iyi tanımlanmış bir organizasyonun istatistiksel süreç kontrolü, deney tasarımı ve kabul örneklem planı ile tanımlanabileceği gösterilmiştir. D.C Montgomery kabul örnekleme planlarının %100 kontrole tercih edilmesini altı durumda tanımlar.

1. Test zarar verici iken,
2. %100 kontrolün maliyeti çok fazla iken,
3. %100 kontrol teknolojik olarak uygun değil iken,
4. Kontrol edilecek birim sayısı çok fazla ve kontrol edilirken yapılabilecek hata oranı, %100 kontrol yapıldığı durumda daha fazla iken,
5. Üreticinin kalite geçmişi çok iyi ancak üreticinin süreç yeterliliği oranı örneklem riskini göze almadığından düşüyor iken,
6. Potansiyel olarak ciddi ürün sorumluluk riskleri olduğundan (üretimi yapılan ürünlerdeki hata büyük kayıplara neden oluyorsa), üreticinin süreci tahmin edici olmamasına rağmen ürünün sürekli izlenmesi gerekiyorsa.

Son zamanlarda kabul örnekleme planlarının kullanılmasının gerekliliğine ait görüşler, kabul örnekleme planlarının kullanılmamasına ait görüşlere göre gittikçe artmaktadır. Dengeli olmayan süreçler için kabul örneklemesinin daha çok benimsendiğine ilişkin genel kanı vardır. Üretici firmalar kalite açısından kabul edilebilir ürünler ile kabul edilemez ürünlerin birbirinden ayrılmasında kabul örnekleme planlarına güvenirlir.

1.8.1. Kabul Örneklemesi ile İlgili Temel Bilgiler ve Gösterimler

İstatistik test ve tekniklerinin yoğun olarak kullanıldığı başlıca üç kalite kontrol alanı vardır. Bunlar; girdi kontrolü, proses kontrolü ve çıktı kontrolüdür. Kabul örneklemesi, istatistik içinde yer alan örnekleme yöntemlerinin kalite kontrolüne uygulanması olarak tanımlanabilir. ISO 9000 uygulanmasında işletmelerde kalite güvence sistemlerinin kurulmasında istatistik kalite kontrol teknikleri ve kabul örneklemesi çok önemlidir.

Kabul örneklemesi yöntemi muayene ve ölçme işlemleri ile hammadde, yarı mamul ve mamullerden belirli miktarlarda örnekler alarak, örneklerin temsil ettiği partinin belirli bir riskle kabulünü sağlayan bir sistemdir.

Muayene ve kabul örneklemesi tekniklerinin kullanılması ile üretim sırasında ortaya çıkan değişkenliklerin ürün spesifikasyonları çerçevesinde kalıp kalmadığı belirlenebildiği gibi bu spesifikasyonlar dışında kalan üretim miktarının tanımlanarak ayrılması ve kalite güvencesi sistem dokümantasyonu açısından raporlanarak düzeltici faaliyetlerin yerine getirilmesini sağlamak mümkün olabilmektedir [49].

Üretim sürecinde proses istatistik teknikler yardımıyla ne kadar kontrol altına alınırda alınsın, bazı çevresel ve özel şartların etkisiyle sınırlı sayıda da olsa hatalı ürün söz konusu olabilir. Bu nedenle kuruluşlar hem üretim sırasında ve hem de sonrasında örnekleme yöntemlerini kullanarak yapılan hatalı üretimin bir sonraki prosese veya müşteriye gitmesini engellemeyi hedeflerler.

Kabul örneklemesi yönteminde aşağıdaki simgeler kullanılır:

N = Tüm hacim.

n = Örnek hacim. Toplam hacimden rasgele alınan örnekleri gösterir. Örneklemin tamamının kontrolü neredeyse olanaksız olduğundan örnek hacim ile denetim yapılır.

r = Örnek ölçütü. N hacimden rasgele çekilen n kalem için tanımlanan ölçüt.

k = Örnek hacim n içinden çıkan hatalı sayısı

p = kalite düzeyi.

Tipik bir kabul örnekleme planı, örnek hacim n , örnek ölçütü r ile belirlenir. Partiden k hatalı parça çıktığında r ile karşılaştırılması yapılır ve sonuca göre partinin tamamı kabul ya da reddedilir [56].

Kabul örnekleme planları için kullanılan temel tanımlar kısaca şu şekildedir:

Kabul Sayısı (Acceptance Number, Ac) c: Nitel özelliklere göre kontrolde, kabul örnekleme planında verilen, partinin ya da kitlenin kabul edilmesine izin veren ve örnekleme bulunabilecek en büyük sayıdaki kusurlu birim sayısı [64].

Kabul Edilebilirlik Sabiti (Acceptability Constant, k) k: Kabul edilebilir kalite seviyesinin önceden belirtilmiş değeri. Örneklem büyüklüğüne bağlı nicel özelliklere (değişen özelliklere) göre kabul örnekleme kontrolü yapıldığında parti ya da kitlenin kabulü için kriter olarak kullanılan bir sabit [64].

Kabul Edilebilir Kalite Seviyesi (Acceptance Quality Level, AQL) KKS: Üreticinin üretim süreci için en düşük kalite seviyesi ya da en yüksek kusurlu oranı [65].

Kalite Seviyesinin Sınırı (Limiting Quality Level) KKS: Tüketicinin kitle ya da parti için kabul edebileceği en düşük kalite seviyesi ya da en yüksek kusurlu oranıdır [65].

Üretici Riski (Producer's Risk) α : Verilen bir kabul örnekleme planı için, parti ya da kitlenin kalite seviyesinin, plan tarafından kabul edilebilir bir değerde olmasına karşın bu parti ya da kitlenin kabul edilmeme olasılığı. İstatistiksel olarak 1. tip hata olasılığıdır.

$$\alpha = P(y > c / P = KKS) [64]. \quad (7)$$

Tüketici Riski (Consumer's Risk) β : Verilen bir kabul örnekleme planı için parti ya da kitlenin kalite seviyesinin, plan tarafından kabul edilemez bir değerde olmasına karşın bu parti ya da kitlenin kabul edilme olasılığı. İstatistiksel olarak 2. tip hata olasılığıdır.

$$\beta = P(y \leq c / P = KSS) [64]. \quad (8)$$

Kabul Olasılığı (Probability of Acceptance) P_a : Verilen bir kabul örnekleme planında parti ya da kitlenin daha önceden belirlenmiş bir kalite seviyesinde olduğunda bu parti ya da kitlenin kabul edilme olasılığı [64].

p_1 , p_2 Kusurlu Oranları: Üretici ve tüketici temsilcileri p_1 ve p_2 gibi ayrı ayrı iki kusurlu oranında anlaşılır. Kusurlu oranı p_1 'den küçük olan parti ya da kitlelere iyi parti

(kitle) denir. Bu kusurlu oranı p_1 'den büyük ürünlerin kötü olması anlamına gelmez. Kusurlu oranı p_1 ile p_2 arasında olan ürünlere ara parti ürünleri adı verilir. p_1 kusurlu oranı “kabul edilebilir kalite seviyesi” olarak, p_2 kusurlu oranı ise “kalite seviyesinin sınırı” olarak alınarak kabul örnekleme planları oluşturulabilir. Bu durumda KKS iyi ve ara parti ürünlerin, KSS ise ara ve kötü parti ürünlerin sınırını belirler [65].

Kabul örneklemesinin en önemli yararlarını şu şekilde sıralayabiliriz [49];

Bir ürünün %100 kontrolünün ürüne zarar verdiği durumlarda veya elle kontrolün ürün için hasar olasılığı ortaya koyduğunda örnekleme en elverişli yöntem olmaktadır.

Tam sayıma göre daha az zaman aldığı ve muayenecilerin yükünü azalttığından muayeneciler daha az yorulurlar bu da daha dikkatli çalışmalarını sağlar.

Eğer ürünün tamamının incelenmesi yüksek bir maliyete neden olursa, inceleme süresi çok uzun bir zamanı gerekli kılırsa örnekleme yöntemini uygulamak uygundur.

Kabul örneklemesi daha esnekler. Muayene edilecek miktar, parçanın kalite geçmişine bağlı olarak değişebilir.

Kabul örneklemesi kalitedeki gelişim için güçlü bir motivasyon sağlar. Çünkü bu örneklemede sadece kusurlu parçanın reddedilerek geri gönderilmesi değil aynı zamanda bütün bir evrenin reddedilmesi söz konusu olduğundan, ürünün teminini sağlayanlar üzerinde önemli bir baskı kurulabilmektedir.

Kabul örneklemesinde daha az araştırmacıya ihtiyaç vardır. Bu nedenle problemlerin anlaşılması ve çözümünde önemli kolaylıklar sağlanmaktadır.

Kabul örneklemesinin bu avantajlarının yanında bazı durumlarda çeşitli sakıncalar taşımaktadır. Bunları kısaca şu şekilde verebiliriz [66];

Reddedilebilir düzeyde kalitesiz bir evreni kabul etmek veya kabul edilebilir düzeyde kaliteli bir evreni reddetmek gibi tüketici ve üretici riskleri ortaya çıkabilir.

Kabul örneklemesi için hazırlanmış olan planlardan en uygun olanının seçilmesi ve kabul edilmesi uzun ve maliyetli bir çalışma gerektirebilir.

Örnek büyüklüğü en uygun bir şekilde tespit edilemezse örnekleme hatası ortaya çıkmaktadır. Genellikle örnek genişliği büyüdükçe örnekleme riski azalmaktadır. En az riskle ve en az maliyetle örnek genişliği seçilmeli ve örnekleme riski matematiksel olarak tahmin edilmeye çalışılmalıdır.

Bu amaçla aşağıdaki formül yardımıyla örnekleme hatasının tahminiyle ilgili olarak alt ve üst kontrol sınırları hesaplanabilir [67].

$$\text{MC} = \text{Merkez çizgisi} = p \quad (9)$$

$$\text{ÜKL} = \text{Üst Kontrol Limiti} = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (10)$$

$$\text{AKL} = \text{Alt Kontrol Limiti} = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (11)$$

p = Bir örnekteki kusurlu parça sayısı, $p = c / N$ burada c : kusurlu sayısını, N : evren, n = Örnek genişliğidir.

Bu oluşturulan kontrol kartında dağılım normal sayılmakta, toplum parametreleri biliniyor olduğu göz önüne alınmaktadır. Ayrıca AKL'de (-) bir değer çıkması durumunda AKL değer olarak 0.000 alınmalıdır.

Eğer evrenin parametrelerinin belli değilse geçmişteki bilgilerden yararlanarak “ k ” sayıdaki ardışık örneklerde saptanan “ p ” kusurlu oranlarının aritmetik ortalaması “ \bar{p} ” bulunur. Bu durumda uygulanacak formüller ise;

$$\text{MC} = \text{Merkez çizgisi} = \bar{p} = \frac{\sum \bar{p}}{k} \quad (12)$$

$$\text{ÜKL} = \text{Üst Kontrol Limiti} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (13)$$

$$\text{AKL} = \text{Alt Kontrol Limiti} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (14)$$

Üretimden belirli ve eşit zaman aralıklarında alınan örneklerden elde edilen ölçüm değerlerinin zaman içerisindeki değişimlerinin gösterildiği bu grafiklere kontrol grafikleri denilir. Bir kontrol grafiği esas olarak üç çizgi ihtiva eder. Bunlar; merkez çizgisi, üst kontrol limiti ve alt kontrol limitidir. Kalite özelliğinin ortalama değeri merkez çizgisi ile temsil edilir. Merkez çizgisi aynı zamanda hedeflenen değer olarak da ifade edilir. Kontrol limitleri ise öyle belirlenir ki, eğer üretim kontrol altında ise, örnek noktalarının hemen

hemen hepsi bu çizgiler arasında düşecektir. Kontrol limitleri ve merkez çizgisi zaman eksenine paralel doğrularla gösterilirler [68].

Kontrol grafiğinde işlenen noktalar, kontrol sınırları arasında kalacak şekilde uzayıp gidiyorsa prosesin kontrol altında olduğu farz edilir ve herhangi bir müdahaleye ihtiyaç duyulmaz. Ölçüm değerlerini temsil eden bu noktalar arasında genellikle bir değişim gözlenir. Bu değişim sistematik bir eğilim göstermedikçe ve kontrol sınırlarını taşmadıkça sistematik bir hatanın varlığına işaret etmez. İncelenen kalite özelliğinin doğal değişkenliği ve küçük örnekler almadan kaynaklanan değişimler normal karşılanır. Ancak, kontrol grafiğine işaretlenen noktaların tamamı kontrol sınırları içinde kalsa bile, eğer bu noktalar sistematik bir eğilim gösteriyorlarsa prosesin kontrol dışına çıkmış olabileceğinden şüphelenilebilir [66].

Kontrol grafikleri iki genel tip içerisinde sınıflandırılır. Eğer kalite özelliği ölçülebiliyorsa ve sürekli bir ölçek üzerinde bir sayı olarak izah edilebiliyorsa bu özellik bir “değişken nicelik” olarak isimlendirilir. Değişken nicelikler, bir alet veya cihazın yardımıyla ölçülebilen uzunluk, hacim, ağırlık, güç vb. rakamlarla ifade edilebilen değerlerdir. Bu durumda kalite özelliğini tasvir etmede merkezi eğilim ölçülerinden aritmetik ortalama, dağılma ölçülerinde ise standart sapma ve değişim aralığı kullanılır. Merkezi eğilim ve dağılma için kontrol grafikleri “değişken nicelikler için kontrol grafikleri” olarak adlandırılırlar [2].

Birçok kalite özelliği sürekli veya sayısal olarak bir ölçek üzerinde ölçülemez ancak kusurlu-kusursuz olarak sınıflandırılırlar. Bu gibi özelliklere ait proses kontrolünde kullanılan kontrol grafikleri ise “vasıflar için kontrol grafikleri” olarak adlandırılırlar [2].

Örnekleme ile muayene yapmada muayeneyi, kalite kontrolün bir fonksiyonu olarak ele alabiliriz ve yapılan muayene aslında şu amaçların biri veya birkaçını gerçekleştirmek amacına yöneliktir:

- Belirli bir kalite spesifikasyonunun ölçülmesi ve yorumlanması,
- Tasarlanan ve gerçekleştirilen kalite spesifikasyonlarının karşılaştırılması,
- Kalite spesifikasyonunun kontrolü amacıyla belirlenen kalite düzeyinin kabul edilebilirliği konusunda karar verilmesi,
- Elde edilen sonuç ve bulguların ilgili karar organlarına bildirilerek kalite kontrolünde geri besleme mekanizmasının çalıştırılması,
- Kabul edilebilir nitelikte olmayan parçaların diğerlerinden ayrılabilmesi [49].

Muayene işlemleri üretim sürecinde uygulandığı yere göre özellikler göstermektedir. Üretim işlemlerinin bu nedenle üretim aşamalarına göre sınıflandırılması uygun olacaktır.

1. Gelen Malzeme (Hammadde-girdi) Muayenesi: Üretimde kullanılan hammadde, parça, alt montaj ve yardımcı malzeme gibi fiziksel girdilerin önceden belirlenen spesifikasyonlara uygunluğu kontrol için yapılmaktadır. Bu durumda kabul örnekleme uygulanarak gelen malzemenin üretim prosesine veya depoya girmesinden önce uygulanır.

2. Başlangıç Muayenesi: Başlangıç veya ilk parça muayenesi belirli bir ürünün üretime geçildiği esnada yapılır. Ürünün tasarımında kalite spesifikasyonlarında malzeme ve tezgah ayarlarında bir değişiklik olduğunda bu muayene uygulanır.

3. Proses Muayenesi: Bu tür muayeneler, ürün imalat yöntemi, tezgah vs. gibi birçok faktöre bağlı olarak büyük farklılıklar göstermektedir. Üretim aşamasında belirli aralıklarla proses muayenesi uygulanmalıdır.

4. Ara Muayeneler: Üretim prosesi esnasında, önce ve prosesin tamamlanmasından sonraki zaman süresi esnasında yapılır. Amaç daha az kalitesiz ürün üretmektir. Muayene sonuçları analiz edilerek üretim hatalarının düzeltilmesi, uygulanan muayene tekniklerinin gözden geçirilmesi gibi tedbirler planlanabilir ve uygulanabilir.

5. Son Muayene: Ürünün doğrudan tüketiciye tesliminde hedeflenen kalite düzeyine uygunluğunun kontrolü gayesiyle, ürünün stoklara girişi aşamasında yapılır. Bu tür muayenede daha çok kritik kalite karakteristikleri ile performans üzerinde inceleme yapılır. Ancak girdi kontrolünden itibaren bütün aşamalarda gerekli muayene işlemleri eksiksiz uygulanırsa son muayene fayda sağlayacaktır.

Ekonomik olarak muayenenin yapılıp yapılmaması konusunda karar verirken, muayene maliyetinin bozuk mamul dolayısıyla çıkacak olan maliyetten büyük olup olmadığına göre karar verilebilir.

Kabul örneklemesinin en önemli özelliklerini şu şekilde sıralayabiliriz [49].

- Kabul örneklemesinin esas amacı partilerin kalitesini ölçmek olmayıp, kabul veya reddi konusunda karar vermektir. Bunlar genellikle tahmin amaçlı olarak tasarlanmamışlardır.
- Kabul örnekleme planları doğrudan doğruya kalite kontrol uygulamaları sağlamaz. Verilen karar partinin kabul veya reddi yönündedir. Bütün partiler aynı kalite düzeyinde ise kabul örnekleme bunların bazılarını kabul edecek, fakat

aynı kalite düzeyinde olan bazılarını ise reddedecektir. Sistematik kalite geliştirme için süreç kontrolü amacıyla kullanılmaz.

- Kabul örneklemesinin en etkin kullanımı bir ürünün kalitesini incelemek değil, bir sürecin çıktısının istenen özelliklere uygun olup olmadığını denetlemektir.

Bir parti mal içinde, hatalı mamul oranı “p”, bir parçanın da muayene maliyeti “c” olsun. Bu koşullar altında bir adet hatalı parça bulmanın maliyeti “c/p” olmaktadır. Bir adet hatalı mamul bulmanın maliyeti “k” ise, $k < c/p$ ise muayeneye girişmemek, $k > c/p$ ise muayene yapmaya karar vermek gerekmektedir [69].

Başlıca örnekleme yöntemleri daha önceki kısımlarda detaylı olarak ele alınmıştı. Örnekleme muayenesinde ise partinin özelliklerine ve belirlenen amaçlara göre başlıca dört yöntemle örnek seçimi yapılabilir. Bu yöntemlere kısaca değinirsek;

1. Rasyonel örnekleme: En ideal örnek alma yöntemidir. Örnekler evrenden düzgün, tekdüze koşullar altında seçilir. Tesadüfîlik yoktur.
2. Tesadüfi örnekleme: Tesadüfi koşulları içeren özel bir örnek alma yöntemidir.
3. Bilinçli seçim: Aslında bu yanlış bir uygulama olarak kabul edilmektedir.
4. Kademeli örnek alma: Üretim süreci kompleks bir yapıya sahipse, süreci oluşturan her bölümden belirli oranlarda örnek seçme yöntemidir. Buradaki başlıca sakınca farklı büyüklükteki partilerin aynı büyüklükte örnek alma durumudur.

1.8.2. Başlıca Kabul Örnekleme Planları

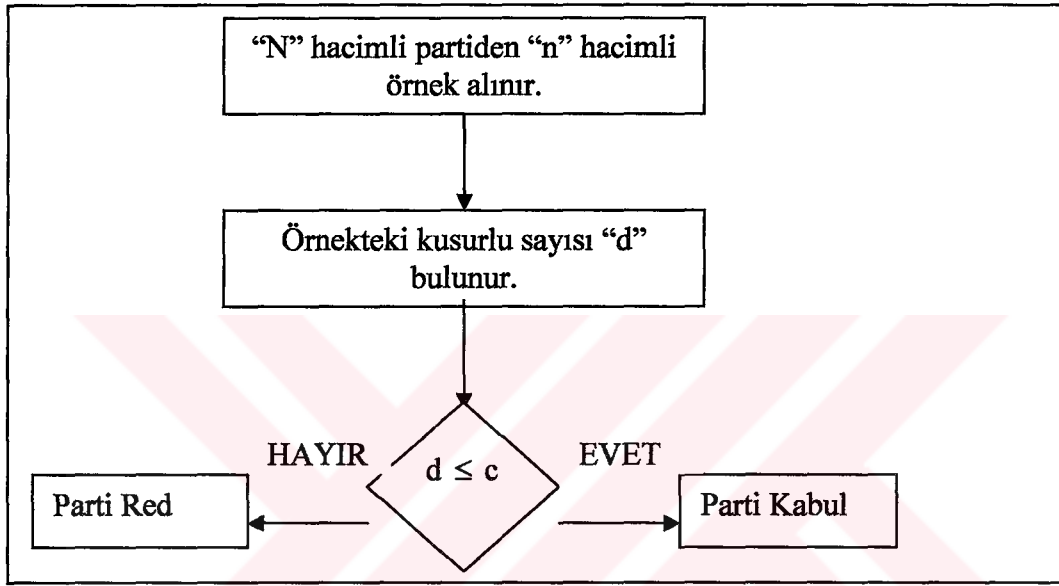
Kabul örnekleme planının amacı bir işlemin yönüne karar vermektir. Kabul örnekleme planları, nitel ve nicel özelliklere göre uygulanan bir yöntemdir. Kontrole sunulan partiler (kitleler) hakkında en doğru karara ulaşabilmek için partilerin tek düze (homojen) olmaları gerekir. İyi bir kabul örnekleme planının özellikleri şunlardır:

1. Üreticiyi iyi özellikte bir partinin reddedilme riskine karşı korur,
2. Tüketiciyi kötü bir partinin kabulüne karşı korur,
3. Üreticiyi, üretim sürecini kontrol altında tutmaya zorlar,
4. Örnekleme, kontrol ve yönetim masrafını minimize eder,
5. Ürünün kalitesi hakkında bilgi verir [1].

Tek Örnekleme Planı: Evrenden çekilen tek bir örneğe göre, parti kabul veya reddedilmektedir. Evren içinden tesadüfi olarak (n) hacminde tek bir örnek grubu seçilmekte, %100 muayene ile örnek içerisindeki kusurlu parça sayısı (d) bulunmakta ve

bulunan bu kusurlu parça sayısı; kabul sayısı olan (c) parametresinden küçük veya eşitse parti kabul edilmekte, tam tersi durumda ise reddedilmektedir [49].

Çift Örneklem Planı: Bu örneklemede örnek iki aşamalı olarak alınır. Gelen partiden öncelikle " n_1 " adet örnek seçilir. Bu örnek grubundaki kusurlu eleman sayısı " d_1 ", bir " c_1 " değerinden büyük değilse parti olduğu gibi "kabul" edilir. Eğer kusurlu sayısı " d_1 ", " c_1 "den daha büyük olan bir " c_2 " değerinden büyük ise parti "red" edilir.



Şekil 2. Tek örnekleme planında akış diyagramı

Eğer kusurlu sayısı " d_1 ", " c_1 " ve " c_2 " arasında ise ikinci defa " n " tanelik ek bir örnek grubu daha alınır. Bu örnekteki kusurlu sayısı " d_2 " ($n_1 + n_2$) adetlik örnek grubunda toplam kusurlu sayısı ($d = d_1 + d_2$), c 'den büyük ise parti "red" edilir. Aksi halde ise "kabul" edilir.

1. aşamada n_1 içinde d_1 kusurlu varsa

$d_1 \leq c_1$ için parti kabul edilir.

$d_1 > c_2$ için parti red edilir.

$c_1 < d_1 \leq c_2$ için II. örnek alınır

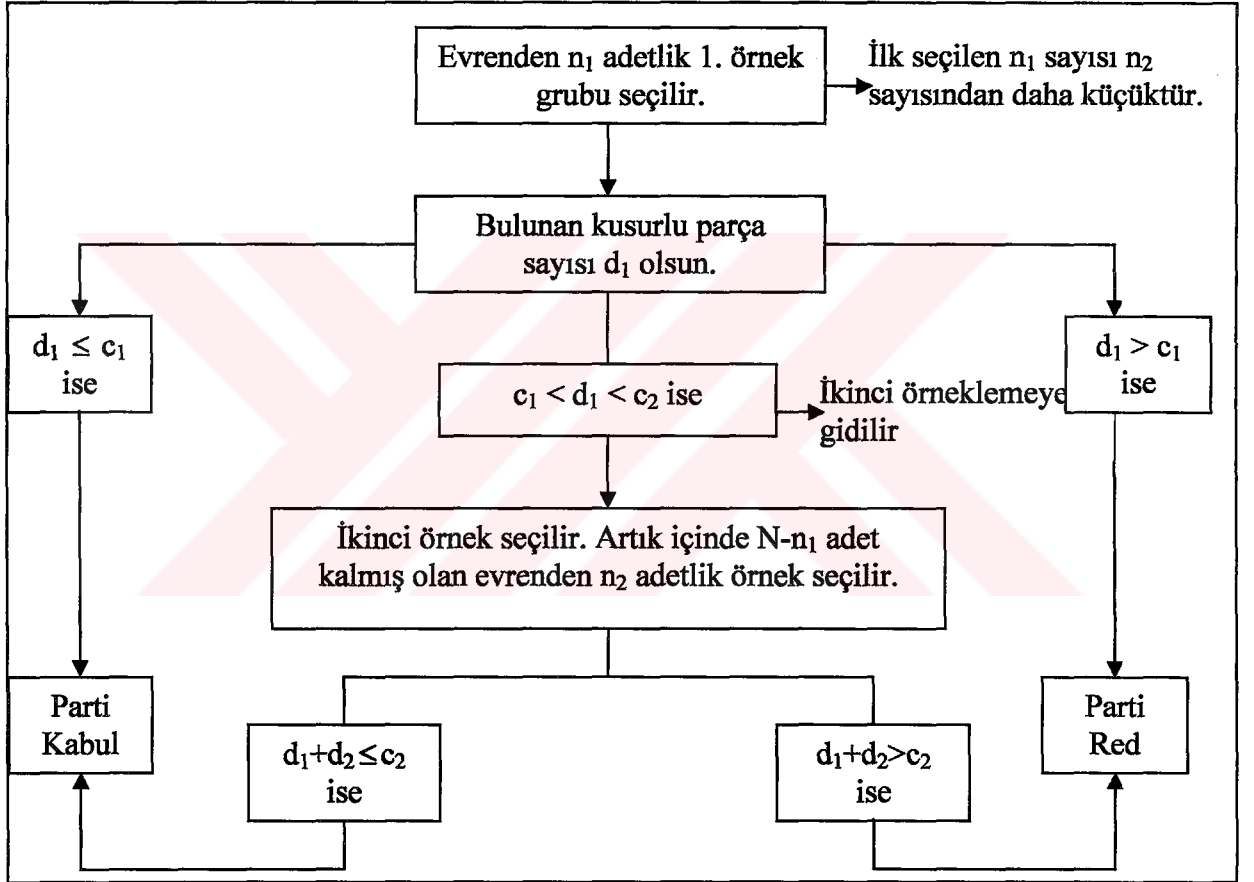
2. aşamada ise; $c_1 < d_1 \leq c_2$ ise " n_2 " tane örnek alınır. ($n_1 + n_2$) adet örnek içindeki kusurlu sayısı ($d_1 + d_2$)

$d_1 + d_2 \leq c_2$ ise parti kabul edilir.

$d_1 + d_2 > c_2$ ise parti red edilir.

Çift örneklemenin tek örneklemeyle kıyasla daha çok kullanılan bir plan olması şu nedenlere dayandırılabilir.

- Psikolojik olarak, partiyi reddetmeden önce ikinci bir örnek grubu seçerek muayeneden geçirmek ilgili taraflara daha fazla güven verir. Kalitede sağlanan etkin kontrol ile imalat ve aynı zamanda alıcı ve satıcı arasındaki anlaşmazlıkların bu örnekleme planında daha az olduğu belirlenmiştir.
- Birinci örnek hacmi tek örneklemedekine nazaran daha küçüktür. Eğer ikinci örnek grubunu seçmeye gerek kalmadan karar verildiği durumlarda muayene masraflarından tasarruf sağlanmış olacaktır [49].

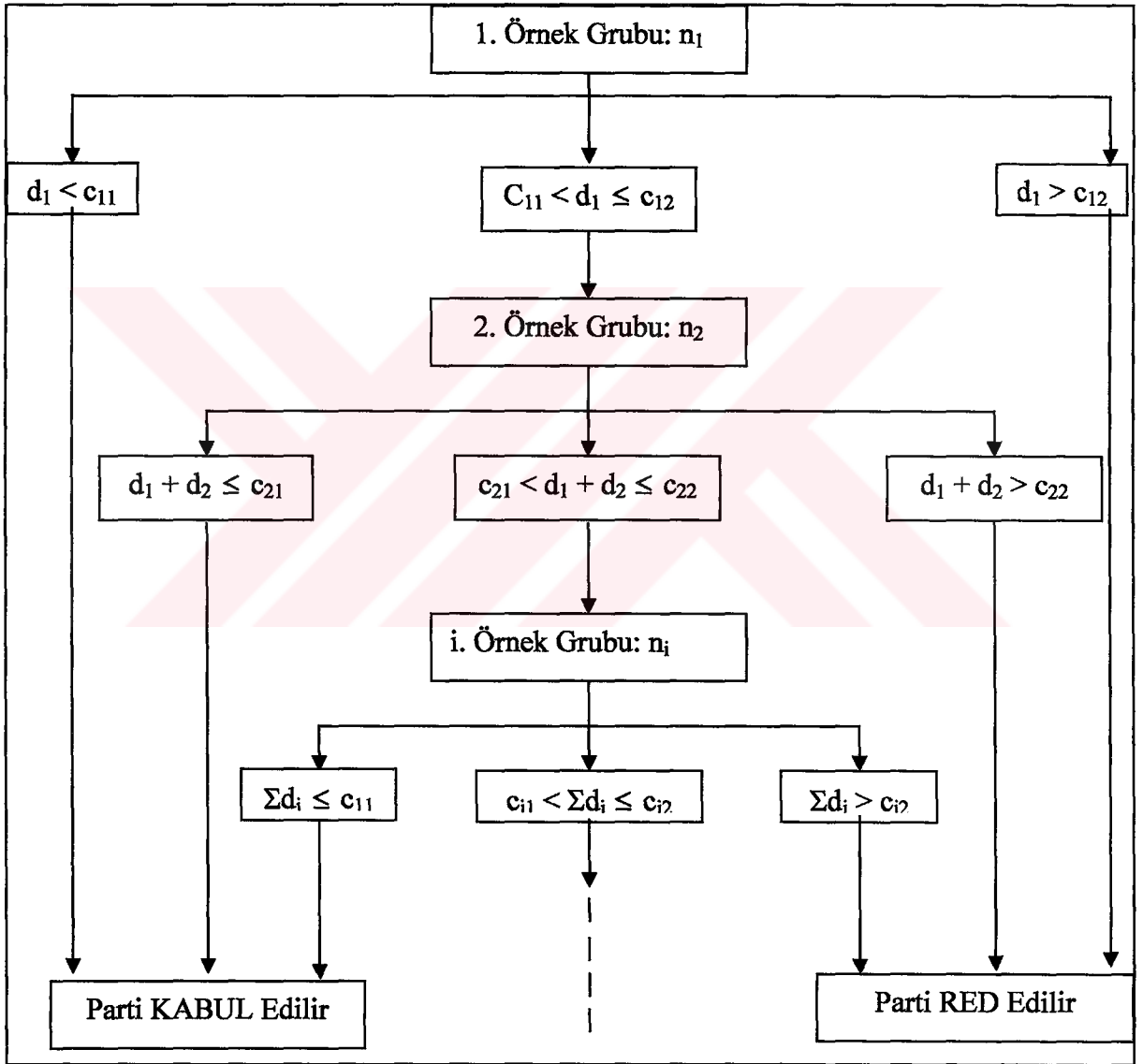


Şekil 3. Çift örnekleme planında akış diyagramı

Çok Katlı Örnekleme Planı: Parti hakkında kabul veya red kararı N adetlik partiden alınan, ikiden fazla örnek grubuna uygulanan muayene işlemi sonunda belirlenir. Şekil 4'teki çok katlı akış diyagramından da görüleceği gibi herhangi bir aşamada partinin red veya kabulü için o ana kadar bulunan kusurlu parçalar toplamı önceden saptanmış iki sayı ile kıyaslanır.

$\Sigma d_i < c_{i1}$ ise partiyi kabul,
 $c_{i1} < \Sigma d_i \leq c_{i2}$ ise örneklemeye devam,
 $\Sigma d_i > c_{i2}$ ise partiyi red

kararı verilir. Çok katlı örnekleme planlarında muayene maliyetleri teorik olarak en düşük düzeydedir. Fakat planın karmaşıklığı nedeni ile uygulamada çıkan güçlükler bu avantajı ortadan kaldıracak niteliktedir [70].



Şekil 4. Çok katlı örnekleme planında akış diyagramı

Çok aşamalı kabul örnekleme planında, birbirini takip eden m tane örneklem alınması durumunda m . örneklem için kabul sayısı red sayısından 1 eksik olacak şekilde

tespit edilir. Çok aşamalı kabul örnekleme planına göre alınan örneklem büyüklükleri küçüktür. Bu nedenle 2. ya da 3. örneklemden sonra partinin kabul ya da reddedilmesi durumunda örneklem gideri az olacaktır. Ayrıca psikolojik olarak da rahatlatıcı bir plandır. Ancak planın karmaşık olması uygulama zorlukları çıkarmaktadır [1].

Tek, İki ve Çok Katlı Kabul Örnekleme Planlarının Karşılaştırılması: Bu üç örnekleme tipinde de kabul edilme olasılığı yaklaşık aynıdır. Eğer istenirse kabul örnekleme planları, karakteristik işlem eğrileri birbirine benzeyecek şekilde ayarlanabilir. Bununla birlikte, bir üretim ya da ürün için en iyi plan tipini seçmek olasıdır. Bir planın uygunluğuna ortalama kontrol sayısı, yönetim gideri, parti kalitesi hakkında bilgi elde edilmesi ve üreticiler için planın kabul edilebilirliği etkenleri göz önüne alınarak karar verilir [1]. Bu örnekleme planlarının üstün ve üstün olmayan durumları Tablo 2’de gösterilmiştir.

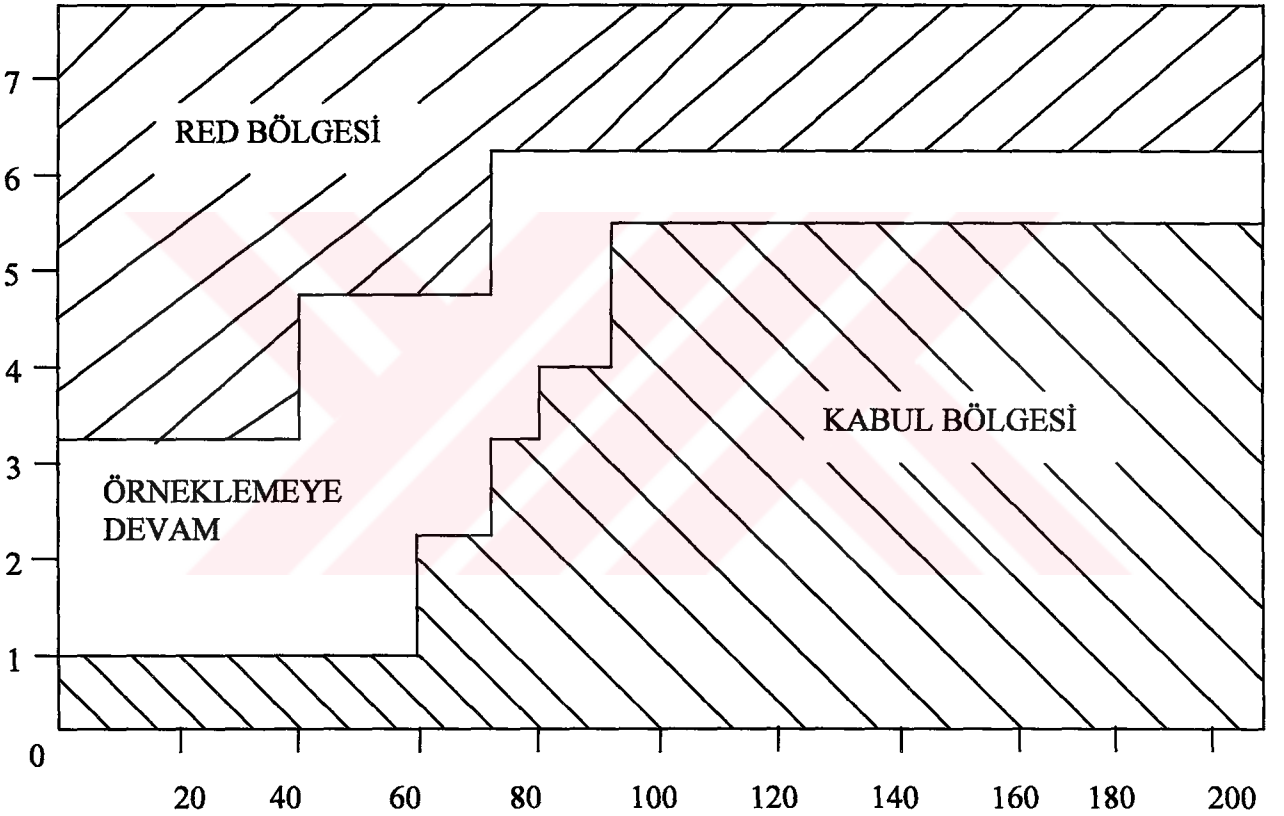
Tablo 2. Tek, çift ve çok aşamalı kabul örnekleme planlarının karşılaştırılması [71].

Özellik	Tek Aşamalı Örnekleme	İki Aşamalı Örnekleme	Çok Aşamalı Örnekleme
Üretici için kabul edilebilirlik	Parti için yalnız bir şans verildiğinde psikolojik olarak elverişsizdir.	Psikolojik olarak elverişlidir.	Kararsızlıktan dolayı psikolojik olarak eleştirilere açıktır.
Parti başına kontrol edilen örneklem sayısı	Genellikle en büyük.	Genellikle tek aşamalıdan %10 ile %50 arasında daha küçük örneklem büyüklüğü gerekir.	2 aşamalıdan %30 daha küçük örneklem büyüklüğü gerekir.
Yönetim gideri, (eğitim, kayıt, örneklem tespiti...)	En az.	Tek aşamalıdan daha fazla	En çok
Parti kalitesi hakkında bilgi	Çok	Tek aşamalıdan daha az.	En az.

Ardışık Örnekleme Planı: Faaliyetlerin akışı bakımından çok katlı örnekleme planına benzer. Belirli bir hatalı karar verme riski için 5-7 kademedен oluşan bir ardışık örnekleme planı dizayn edilebilir. Bu tip bir örnekleme planında; birbiri ardına seçilen örnek gruplarının kümülatif hacimleri ile kusurlu parça kabul ve red limitlerinin kümülatif değerleri göz önüne alınarak karar bölgelerini gösteren bir diyagram elde edilir. Parti için kabul ve red edilebilir kusurlu parça oranları ve riskler verildiği takdirde, örnekleme tablolarından yararlanarak karar verme kriteri olan kusurlu parça sayıları bulunabilir. Bu amaçla ardışık örnekleme tablolarından yararlanılabilir.

Ardışık örnekleme tablolarında, çeşitli parti hacimleri ve geçerli kalite düzeyleri (izin verilen kusurlu parça yüzdeleri) için alınacak ardışık örnek hacimleri ve kabul, red veya örnekleme devam kararını belirleyen kusurlu parça sayıları verilmiştir. Düşey sütunlardaki K ve R sırası ile kabul ve red kararını belirleyen kusurlu parça sayılarıdır. Tablo kullanılırken oklu bölgeye rastlanılırsa, okun altındaki ilk plan alınır. Noktalar o örnek hacminde herhangi bir kabul sayısının bulunmadığını gösterir.

Ardışık örneklemede, elemanlar teker teker örneklenmekte, fakat yargıya varmada, o zamana kadar elde edilmiş tüm bilgiler kullanılmaktadır [72].



Şekil 5. Ardışık örnekleme planına ait karar bölgeleri

Sürekli Örnekleme Planı: Genellikle üretimin sürekli bir akış halinde olduğu durumlarda kullanılır [49]. Örnekleme ve %100 muayene yöntemlerinin belirli kriterlere göre alternatif olarak sürekli uygulanmasından ibarettir. Tek ve çok kademeli sürekli örnekleme yapılması söz konusu olabilir [73]. Tek kademeli sürekli örneklemenin ilk aşamasında parti %100 muayeneye tabi tutulur. Eğer ardışık olarak belirli "i." parçaya kadar kusurlu bulunmazsa %100 muayeneye son verilir. bundan sonra belirli bir "f"

oranında seçilen örnekler üzerinde muayeneye devam edilir. Bu esnada bir kusurlu parça bulunması halinde iki alternatiften biri seçilir:

1. İlk kusurlu parça bulunduğu anda örnekleme son verilerek tekrar %100 muayeneye başlanır. Bu alternatif CSP-1 planı adı ile bilinir.

2. İlk kusurlu parça bulunduktan sonra örnekleme devam edilir. Fakat bundan sonraki "i." örneğe kadar bir kusurlu parça bulunursa tekrar %100 muayeneye başlanır, aksi halde örnekleme devam edilir. Bu alternatif CSP-2 planı adı ile bilinir.

Sürekli örneklemede parti büyüklüğü ve geçerli kalite düzeylerine bağlı olarak "i" ve "f" değerlerini veren tablolardan yararlanılır. İlgili literatürde bulunabilecek bu tablolar yardımı ile CSP-1, CSP-2 veya diğer varyasyonlarına uyan sürekli örnekleme planlarını kolaylıkla oluşturmak mümkündür. Bu örnekleme planları yanında zincirleme örnekleme planı, parti atlamalı örnekleme planı ve kümülatif toplamalı örnekleme planları da mevcuttur. Zincirleme örnekleme planı; bir seri parti grubuna ait gerekli bilginin sağlanmasında kullanılır. Bu plan n'nin küçük değerleri için önceden belirlenen kusurlu ürün sayısı $c=0$ koşulu ile düzenlenmiştir. Bu planın en önemli özelliği, muayene ve deney uygulanan partide 1 adet kusurlu ürün çıksa bile, diğer "i." sayıdaki partiye ait örneklerde kusur bulunmadığı sürece, bu partinin kabul edilmesidir. Parti atlamalı örnekleme planı toplam muayene ve deney sayısının azaltılması amacıyla uygulanır. Kümülatif toplamalı örnekleme planı; muayene ve deneyler hasar verici nitelikte olduğunda uygulanmaktadır. Süreklilik arz eden üretimde kabul veya red kararı, kusurların kümülatif toplamaları esas alınarak yapılmaktadır. Kusur toplamı belirli bir "h" değerine ulaştığında söz konusu periyoda ait ürünler reddedilmekte ve toplama yeniden sıfırdan başlanılmaktadır [49].

Amaca uygun olarak seçilen ve doğru uygulanan bir örnekleme planının başarısını belirleyen göstergeleri şöyle sıralayabiliriz:

1. Üreticiye, herhangi bir parti malın kabul edilebilir nitelikte olduğu halde reddedilmesini önleyecek yeterli güvenceyi vermelidir.

2. Tüketicieye, herhangi bir parti malın reddedilmesi gerektiği halde kabul edilmesini önleyecek yeterli güvenceyi vermelidir.

3. Uzun vade içinde, üretici ve tüketici çıkarlarını en ekonomik ve dengeli biçimde korumalıdır.

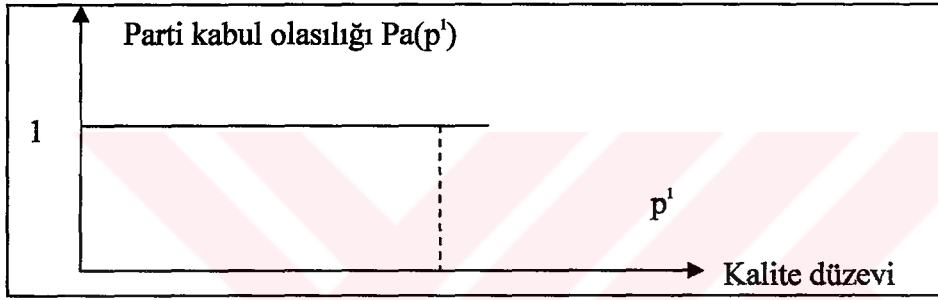
4. Üreticiye imalat işlemlerini kontrol altında tutma olanağı sağlamalıdır.

5. Örnek alma, muayene ve değerlendirme maliyetlerinin düşük tutulmasını sağlamalıdır.

6. Mamullerin kalite düzeyinin yükseltilmesi yolunda alınacak önlemlerin belirlenmesi ve uygulanmasını kolaylaştırmalıdır [70].

1.9. Çalışma Karakteristiği Eğrisi

Çalışma karakteristiği eğrisi, örnekleme planının yeterliliğinin ölçüsüdür. Diğer bir deyişle çalışma karakteristiği eğrisi bir örnekleme planında değişen nitelik seviyeleri karşısında ürün partilerinin kabul edilme olasılıklarının değişimini göstermektedir. Şekil 6'da ideal bir çalışma karakteristiği eğrisi görülmektedir.



Şekil 6. İdeal çalışma karakteristiği eğrisi

Kalite kontrolde partiler halinde üretim söz konusu ise, her parti malın aynı kalite düzeyinde olması yani kusurlu parça oranının aynı olması beklenmemelidir. İdeal bir örnekleme muayenesinde belirli bir kalite düzeyinin altındaki partilerin kesinlikle reddi, üstündeki partilerin ise kesinlikle kabulü beklenmektedir. Belirli bir kalite düzeyi, bir parçayı gözden kaçırma maliyeti ile bir birimi muayene etmenin maliyetinin karşılaştırılması ile belirlenmekte ve p ile gösterilmektedir. Parti kalite düzeyi c/k bağıntısı yardımı ile bulunarak p ile sembolize edilir. Burada c muayene maliyetini, k ise hatalı parça gözden kaçırma maliyetini gösterir. Bir örnekleme planında değişen p^1 kalite düzeyleri için partilerin kabul olasılıkları $Pa(p^1)$ hesaplanarak bir eğri elde edilebilir. $Pa(p^1)$ hesaplanmasında Ek 1'deki poisson dağılımı olasılıkları tablosundan yararlanılır [70].

Genelde çalışma karakteristiği eğrisi normal çan eğrisinin sağ yarısına benzeyen bir eğri görünümündedir.

Genel olarak örnek büyüklüğü arttıkça plan eğrileri dikleşir ve ideal plana yaklaşır. Parti büyüklüğü (N) ve örnek genişliği (n) sabit tutularak, sadece kabul edilme değeri (c) değiştirildiğinde, çalışma karakteristiği eğrisi eğimi dik bir şekil almaktadır.

Çalışma karakteristiği eğrisi belirli bir örnekleme planında partilerin değişken kalite düzeyleri (p') kabul olasılıklarının $Pa(p')$ tespit edilmesinde kullanılır. Grafik üzerinde tanımlanan bazı noktalar parti hakkında verilecek kararlara ışık tutarlar. Genel olarak çalışma karakteristiği eğrisi üç bölgeye ayrılır. Bunlar kabul bölgesi, kritik bölge ve red bölgesi olarak adlandırılır.

Çalışma karakteristiği eğrisinde kabul bölgesi, kabul edilme olasılığı %95'ten fazla olan partilerin kusurlu ürün oranlarının bulunduğu bölgeyi göstermektedir. Red bölgesi ise kabul olasılığı %10'dan az olan partilere ait kusurlu ürün oranlarının bulunduğu bölgeyi göstermektedir. Partilerin kabul edilme olasılığının %95 olduğu noktadaki kusurlu ürün oranına "Kabul Edilebilir Nitelik Düzeyi" (KND) denilmektedir.

Üretici (satıcı) Riski (α): KND gelen partinin red edilme olasılığı olup " α " ile gösterilir. Pratikte genellikle $\alpha = 0.05$ olarak kabul edilir. Buradan hareketle iyi kalitedeki partinin kabul olasılığının 0.95 olduğu söylenebilir.

Geçerli Kalite Düzeyi (GKD): α riski ile reddedilme olasılığı bulunan iyi kalitede bir partinin kusurlu parça oranı.

Tüketici (alıcı) Riski (β): Red edilmesi gereken kalite düzeyinde gelen partinin kabul edilme olasılığı olup " β " ile gösterilir. Pratikte genel olarak $\beta = 0.10$ olarak kabul edilir. Bu nedenle kötü kalitedeki bir partinin kabul olasılığı 0.10 olmaktadır.

Parti Kalite Düzeyi Toleransı (PKDT): β riski ile kabul edilme olasılığı bulunan kötü kalitede bir partinin kusurlu parça oranıdır.

Eşit Riskli Kalite Düzeyi (ERKD): Kabul veya red olasılığı eşit, yani %50 olan partinin kusurlu parça oranıdır.

Kabul Edilebilir Nitelik Düzeyi (KND): Muayeneye sunulan bir partide belirlenmiş kusur veya kusurlar için alıcı tarafından istenen kabul edilebilir kusurlu yüzdesinin en büyük değeridir.

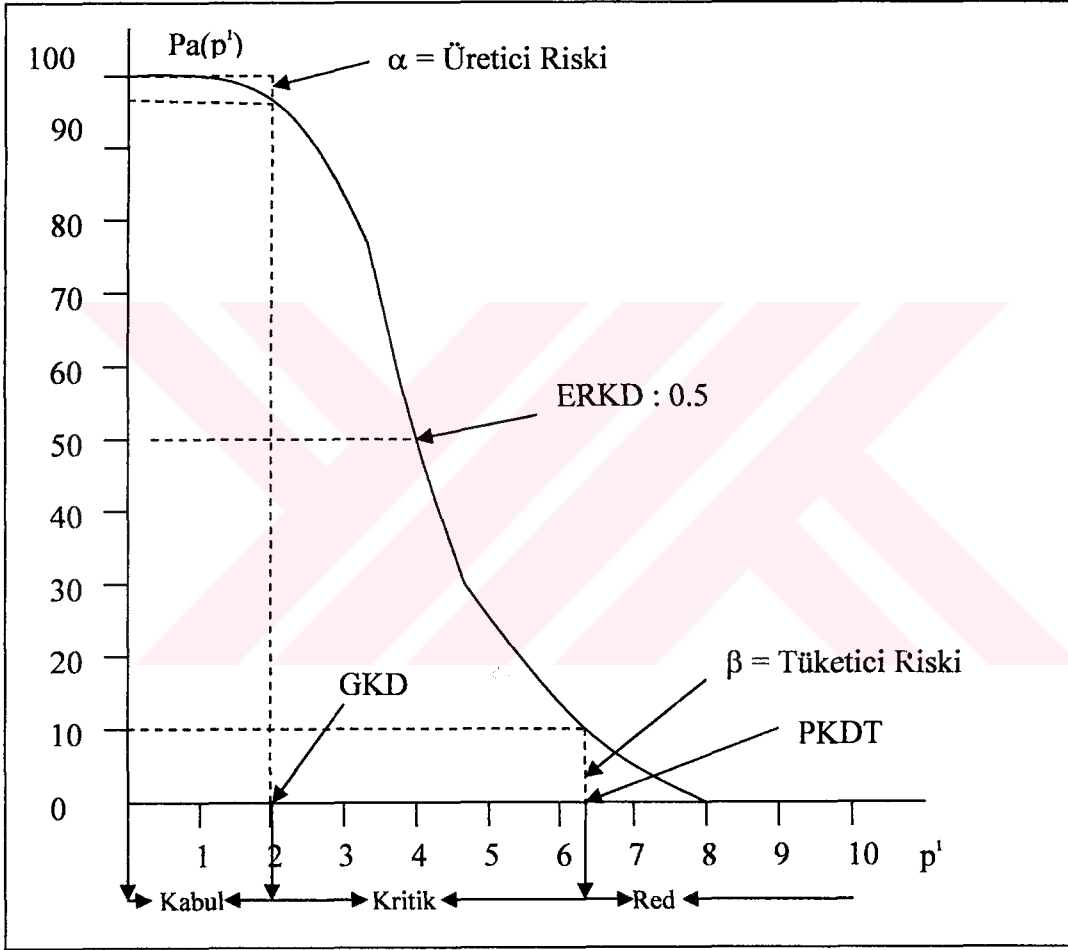
Parti Toleransı (PT): β riski ile kabul edilme olasılığı bulunan kötü kalitede bir partinin içerdiği kusurlu parça oranıdır.

Kabul Bölgesi (iyi partiler): Kabul olasılığı %95'ten fazla olan partilerdir.

Kritik veya Kararsız Bölge (ara partiler): Kabul olasılığı %10 ile %95 arasında olan partilerdir. Diğer bir değişle KND ile PT arasında kalan bölgedir.

Red Bölgesi (kötü partiler): Kabul olasılığı %10'dan az olan parti kalitelerinin bulunduğu bölgedir.

Gelen partiler hakkında kabul/red kararı verilirken KND ve PT değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Tanımlarından görüleceği gibi, α ve β genellikle örnekleme planının diğer karakteristikleri ile birlikte verilir, buna göre GKD ve PKDT'nin bulunması istenir.



Şekil 7. N = 2000; n = 150 ve c = 5 örnekleme planına ait çalışma karakteristiği eğrisinin analizi [22].

1.9.1. Çalışma Karakteristiği Eğrisinin Çizimi

Bir örnekleme planına ait parti hacmi "N" ve örnek hacmi "n" ile kabul edilebilir kusurlu sayıları "c" ile tanımlanan bir örnekleme planına ait çalışma karakteristiği eğrisini

çizmek için değişen “p” kalitesine karşı $Pa(p^1)$ kabul olasılıklarının hesaplanması gerekir. Bu hesaplamalar genellikle hipergeometrik ve poisson olasılık dağılım formüllerinden yararlanılarak gerçekleştirilir ve grafikleri çizilir. Bunların yanında normal dağılım ve binom dağılımına göre de hesaplamalar yapılabilmektedir.

Binom dağılıma göre hesaplama iki sonuçlu olaylara uygulanmalıdır. Gerçekleşme olasılığı poisson ihtimaline göre daha yüksek olaylarda kullanılır. Olaylardan birinin gerçekleşme olasılığı p ise gerçekleşmeme olasılığı da $q = 1 - p$ olur. Bu şekilde ki bir denemenin n kez tekrarlanması durumunda χ sayıdaki gerçekleşme olasılığı bulunur. Ancak n'nin büyük değerleri için bu formül çok fazla işlem gerektirecektir. Daha basit işlemlerle bu olasılıkların yaklaşık değerlerini elde etmek olasıdır [1].

Örneklem büyüklüğü büyük olduğu zaman, kusurlu oranı da sifıra yakın bir değer alıyorsa binom dağılımının normal dağılıma yaklaşımı bozular. Binom dağılımıyla hesaplama yoluna gidildiği zaman ise fazla işlemle karşılaşılacaktır. İşte böyle durumlarda binom olasılıkları poisson dağılımı ile elde edilir [1].

Poisson dağılım genellikle sürekli bir dizide yalıtılmış olayların olasılıklarını bulmak için kullanılır. Bu sürekli dizi uzunluk, alan, hacim ya da çok fazla sayıda karakteristiği olan parçaları içine alır [74].

Binom, poisson ve hipergeometrik dağılımları arasındaki ilişkiler: Sonlu bir kitleden, yerine koymadan örnekleme yapıldığında en uygun dağılım hipergeometrik dağılımdır. Çünkü kitle sonlu olduğu için örnekleme sırasında p olasılığı sürekli olarak değişir. Oysa ki binom ve poisson dağılımlarında p sabit kabul edilmektedir. Kitle büyüklüğü sonsuz ya da sonlu bir kitleden yerine koyarak örnekleme yapıldığında binom dağılımı kullanılır. Ancak örneklem büyüklüğü n artarken kusurlu oranı p sifıra yaklaşırsa poisson dağılımından faydalanılır [1]. Hipergeometrik dağılım ikiden çok sonuçlu olayla uygulanır.

Genellikle numune alma çalışmalarında iadesiz çekiliş söz konusu olduğu için hipergeometrik dağılım kabul olasılıklarının hesaplanmasında yaygın olarak kullanılır. Fakat $n/N < 1/8$ ise aritmetik işlem kolaylığı açısından binomiyal dağılım kullanılır. Eğer $p^1 < 0.05$ ve $n > 20$ ise poisson dağılımı kullanılabilir [49].

Parti kalitesine (p^1) karşılık belirlenen parti kabul olasılıkları $Pa(p^1)$ poisson tablosu yardımıyla belirlenirler. Burada örnek grubunda beklenen kusurlu parça sayısı (np^1); N birimlik evrenden alınan n hacimli örneklem ile %1 ile %8 (veya daha fazlası ile) p^1 değerleri çarpılarak bulunur. Ve poisson tablosunda c sayıdaki kusurlu sayısı altında,

bulunan bu (np^1) değerine karşılık gelen değer alınarak $Pa(p^1)$ değeri elde edilmiş olur. Bu işlem çalışma karakteristiği eğrisini oluşturacak kadar değer alınmaya kadar parti kalitesi değeri kademeli olarak arttırılarak devam edilir. Ve bulunan bu değerler yardımı ile çalışma karakteristiği eğrisinin yatay ekseninde gelen parti kalitesi değerleri (p^1) , düşey ekseninde ise partinin kabul olasılığı $Pa(p^1)$ değerleri bulunmuş olur. Sonuçta da $[p^1, Pa(p^1)]$ noktaları yardımıyla çakışan noktaların birleştirilmesi ile bu karakteristik değerlere uygun olarak çalışma karakteristiği eğrisi oluşturulmuş olur.

Grafiği oluşturmak için hazırlanan tablo yardımı ile de hangi oranlarda hatalı ürün kabul edilip, hangi oranlarda red edileceği hesaplanabilmektedir. Bu hesaplama yapılırken α ve β genellikle örnekleme planı ile birlikte verilir. Verilen bu değerler yardımıyla β oranı poisson tablosunda c kusurlu oranının kesiştiği yerdeki değer bize np^1 değerini verir. np^1 değerinde örneklem büyüklüğü olan n yerine konularak p^1 değeri elde edilir. Bu değer β kabul olasılığı bulunan parti kalitesi, yani PKDT'yi verir. buna benzer şekilde α değeri yardımıyla da poisson tablosunda c kusurlu oranı karşısındaki değerlerin çakıştığı değer np^1 değeri olarak okunur ve n yerine konularak bulunan p^1 değeri bize GKD'yi verir.

1.9.2. Çift Örnekleme Planı İçin Çalışma Karakteristiği Eğrisi

Belirli bir çift örnekleme planına ait çalışma karakteristiği eğrisinin çizimi, tek örnekleme planına uygulanan yöntemle yapılır. Ancak belirli bir p^1 kalitesi için kabul olasılığı çeşitli alternatiflerin kombinasyonu ile olduğundan hesaplama biraz daha karmaşık ve uzundur.

1.10. Çıkan Ortalama Kalite Eğrisi

Çıkan ortalama kalite eğrisi, reddedilen partiler %100 muayeneden geçirilip kusurlu parçalar ayıklandıktan sonra tüm partilerin ortalama kalite düzeyini belirlemeye yarar. Örnekleme muayenesi ve reddedilen partilerin %100 muayenesi sonunda geçen partilerin ortalama kalitesi doğal olarak partilerin başlangıçtaki p^1 kalitesine bağlı bir değerdir. Bu nedenle çıkan ortalama kalitesi değerinin p^1 cinsinden hesaplanması gerekir [70].

Uyguladığımız örnekleme planı sonucunda partinin reddedilmesi söz konusu olduğunda, reddedilen partiye düzeltme işlemi uygulanmaktadır. Çıkan ortalama kalite

sadece inceleme işlemi sonucu geri dönen tek bir evrenin kalite düzeyi değildir. reddedilen partiler ayıklandıktan sonra ve kusurlu oranlar atıldıktan sonra, bütün partilerdeki ortalama kusurlu düzeyi, çıkan ortalama kalitesini vermektedir. Burada çıkan ortalama kalite kabul edilen partilerin ve reddedilip düzeltme işlemi sonucu geri dönen partilerin tümünün birden, son kalite düzeyidir. Çıkan ortalama kalite düzeyi hem tablo yardımıyla hem de formül yardımıyla hesaplanabilmektedir [74].

Bir örnekleme planına ait çıkan ortalama kalite eğrisinin çiziminde, basitlik sağlamak amacıyla önce gelen partilerin tümünün aynı p' kalitesinde olduğu varsayılır. Bundan sonra şu üç varsayımdan birine göre hesaplama yapılır:

1. Kabul edilen partilere ait örnek gruplarındaki kusurlu parçalar ayıklanmaz. %100 muayene ile ayıklanan partilerde kusurlu parçaların yerine sağlamları konulmaz. Hesaplama işlemlerinin en basit olduğu durumdur. Formül olarak;

$$\text{ÇOK} = Pa(p') \cdot p' \quad (15)$$

2. Örnek grubunda ve %100 muayeneden geçen partilerde tespit edilen tüm kusurlu parçalar ayıklanır, fakat yerlerine sağlamları konulmaz. Üretim yerinden uzaktaki muayenelerde yapılması uygun olan bir varsayımdır. Burada hesaplamada önce kalan toplam kusurlu parça sayısı hesaplanır. Daha sonra muayene ve ayıklamadan sonra partilerde kalan sağlam parçaların sayıları bulunur. Ve toplam kusurlu parça sayısı bulunan bu sağlam parça sayıları değerine bölünerek çıkan ortalama kalite değeri hesaplanabilir.

3. Örnek grubunda ve %100 muayeneden geçen partilerde bulunan kusurlu parçalar alınır, yerlerine sağlamları konulur. Üretim yerinin yakınındaki uygun olan bir varsayımdır. Hesaplamada bulunan toplam kusurlu parça sayısı toplam muayeneden geçen parça sayısına bölünerek hesaplanabilir.

Üç varsayımla elde edilen sonuçlar birbirlerine çok yakın çıkmaktadır. Eğer n/N oranı küçükse sonuçlar arasındaki fark ihmal edilecek kadar azdır. Bu yüzden p' kalitelere tekabül eden çıkan ortalama kalite değerlerinin hesaplanmasında birinci varsayımdaki formülün uygulanmasında bir sakınca yoktur.

Ayrıca çıkan ortalama kalite düzeyinin hesaplanmasında aşağıdaki formülden de yararlanabiliriz [74].

$$\text{ÇOK} = \frac{P_a \cdot P(N-n)}{N} \quad (16)$$

Burada P: parti kalitesini, Pa: verilen örnekleme planına göre partilerin kabul edilme olasılığını gösterir. Ve np¹ değerine karşılık gelen poisson dağılımı tablosundan elde edilen değerdir. n ise inceleme işlemi sonucu kusursuz parçalardan oluşur.

1.11. Ortalama Örnek Sayısı Eğrisi

Muayene edilen örnek birim sayısı eğrisi de denir. Bir örnekleme planında muayene edilen parça sayısının muayene maliyetleri içinde önemli payı vardır. Tek örnekleme planlarında örnek sayısı n olup sabittir. Fakat çift örneklemede red veya kabul kararı bazen n₁, bazen n₁+n₂ örneğin muayenesi sonucunda verilir. Yani gelen partinin p¹ kalitesine bağlı olarak parti başına bir ortalama örnek sayısı söz konusudur. Parti kalitesi iyi ise yani p¹ küçükse ilk örnekleme sonunda kabul kararı verme olasılığı artacağından ortalama örnek sayısı n₁ değerine yakın olur. Aksi halde ortalama örnek sayısı (n₁+n₂)'ye yakındır. Değişen p¹ kalitelere tekabül eden ortalama örnek sayısı değerlerini çalışma karakteristiği eğrisi için hesaplanan kabul olasılıklarından yararlanarak bulmak mümkündür.

$$\text{OÖS} = (n_1 + [P(2. \text{ örnek})] \times n_2) \quad (17)$$

Şeklinde formüle edilebilir. Burada P(2. örnek), parti hakkında ikinci örnekleme sonunda karar verme olasılığıdır.

Tek örnekleme planında ortalama örnek sayısının sabit olmasına karşılık, çift örnekleme planında ortalama örnek sayısı giderek artan, bir maksimumdan geçtikten sonra azalan bir değişim gösterir [70]. Genellikle çift örnekleme planı için ortalama örnek sayısının hesaplanmasında aşağıdaki formül yaygın olarak kullanılmaktadır [69].

$$\text{OÖS} = n_1 + n_2 P(c_1 < d_1 \leq c_2) \quad (18)$$

1.12. Ortalama Toplam Muayene Eğrisi

Bu eğri parti başına, örnekleme ve %100 muayene dahil olmak üzere, yapılan ortalama toplam muayene sayısının parti kalitelerine (p^1) göre değişimi verir. Ortalama toplam maliyet iki değer toplamından oluşur. Birincisi alınan örnekler, ikincisi reddedilip %100 muayeneden geçirilen partiler üzerinde yapılan muayenelerdir.

Tek örnekleme planları için ortalama toplam maliyet eğrisi, kabul edilen partilerin oranı $Pa(p^1)$ olup, bunların her biri için muayene sayısı sabittir ve örnek hacmine (n) eşittir. Reddedilen partilerin oranı $[1 - Pa(p^1)]$ 'dir. Parti hacmi N ise, reddedilen her parti için N adet muayene yapmak gerekir. Dolayısı ile, bir tek örnekleme planı için yazılan formül;

$$OTM = n \times Pa(p^1) + N[1 - Pa(p^1)] \quad (19)$$

Çift örnekleme planları için; ortalama örnek sayısı formülü ($n_1 + [P(2. \text{örnek})] \times n_2$) ile bulunan sayıya iki değer daha eklenmesi ile hesaplanır. Bunlardan birincisi ilk örneklemede reddedilen $Pa(d_1 < c_1)$ oranındaki partilerin her birine uygulanan ($N - n_1$) adet muayeneden gelir. İkincisi ise ikinci örnekleme sonunda %100 muayeneden geçmesi gereken $[1 - Pa(p^1) - Pa(d_1 > c_2)]$ oranındaki partilerin her birine uygulanan ($N - n_1 - n_2$) adet muayeneden gelir. Buna göre bir çift örnekleme planı için yazılan formül;

$$OTM = O\ddot{O}S + (N - n_1) \times Pa(d_1 > c_2) + (N - n_1 - n_2) \times [1 - Pa(p^1) - Pa(d_1 > c_2)] \quad (20)$$

Ortalama toplam maliyet eğrisi, belirli bir kalite düzeyinin minimum muayene maliyeti ile gerçekleştirilmesi amacına yönelik çalışmalarda kullanılan bir araçtır.

1.13. Kalite Kontrolde Kullanılan Kabul Örnekleme Numune Alma Plan Sistemleri

Aslında numune alma plan sistemleri üretim ve işletme özelliklerine ve teknik koşullarına en uygun olan örnekleme planlarını istenen karakteristik değerlere ve belli parti çapı kusurlu oranlarına göre veren hazır numune alma plan sistemleri geliştirilmiştir.

Bunlar belirli bir ürün partisinden, daha önceden belirlenen bir kabul edilebilir nitelik seviyesi için alınması gereken örnek miktarları ile bu örneklerde ortaya çıkabilecek uygun olmayan ürün sayılarına göre kabul veya red kriterlerini içeren tablolardır [49].

İstatistik kalite kontrolde muayene ve kabul örneklemesinde kullanılan numune alma planları, üretici ve tüketici riskleri dikkate alınarak bu değerleri karşılayacak düzende oluşturulmuştur. Bu plan sistemlerinin amacı, işletmelere pratik ve uygulaması kolay kılavuz rolü oynamak ve numune almada ve kabul örneklemesinde karar aşamasında yardımcı olmaktır. Bu amaçla hazırlanmış olan numune alma planları, koşullara en uygun muayene planını, parti hacmi (N), örnek hacmi (n) ve kabul edilebilir kusurlu sayısı (c) gibi faktörleri göz önünde tutarak seçmek ve belli parti çapı kusurlu oranına göre kabul veya red konusunda karar vermek için kullanılmaktadır. Bu amaçla geliştirilmiş olan plan sistemlerini başlıca üç ana grupta toplayabiliriz. Bunları kısaca ele almaya çalışalım.

1.13.1. Ölçülemeyen Özellikler İçin Numune Alma Plan Sistemleri

Bunlardan en çok kullanılanları şu şekilde ele alabiliriz;

a) **TS 2756:** TS 2756 standardı TSE tarafından hazırlanan bir standart olup MIL-STD 105'e paralel bir yapıya sahiptir. Standartta ölçülemeyen ve ölçülebilen özelliklere göre muayene ve deneyler için örnekleme yöntemleri ve bunlarla ilgili çizelgeler yer almaktadır.

TS 2756 standardı, niteliksel özelliklere göre yürütülecek muayene ve deneylerde tekli, ikili ve çoklu olmak üzere üç tip örnekleme planları öngörmektedir. Bütün planlar hangi tipte olursa olsun ürün partisinin gerçek niteliğinin fonksiyonu olarak kabul edilme olasılığını veren bir çalışma karakteristiği eğrisi yardımı ile hazırlanmıştır.

TSE standardında verilen niteliksel özelliklere göre örnekleme planları değişik hacimdeki ürün partileri ve çeşitli kabul edilebilir nitelik seviyeleri için örnek sayılarını ve bu sayılara karşılık gelen kabul ve red sayılarını gösterecek şekilde hazırlanmıştır. Bu planlardan hangisinin kullanılacağına karar verirken ürüne uygulanacak muayene seviyesinin ve kabul edilebilir nitelik seviyesinin önceden bilinmesi gerekir. Bu belirlemeler üreticinin veya kabul merciinin tamamen tecrübelerine dayanarak yürütülmektedir. Muayene seviyesi, parti büyüklüğü ile örnek büyüklüğü arasındaki bağıntıyı belirtmektedir. Genel muayene seviyeleri I, II ve III olarak belirtilmiş olup I numaralı seviye gevşek muayene seviyesine, II numaralı seviye normal muayene

seviyesine ve III numaralı seviyede sıkı muayene seviyesine karşılık gelmektedir. Uygulamada aksi belirtilmedikçe II numaralı normal muayene seviyesi kullanılır.

Tekli örnekleme yöntemi ile kabul örneklemesinde; niteliksel özelliklere göre tekli örnekleme tabloları kullanılırken uygulama şu şekilde yapılmaktadır:

- Muayene ve deneye sunulan ürün partisine hangi muayene seviyesinin uygulanacağı belirlenir.
- Muayene düzeyine ve parti büyüklüğüne karşılık gelen kod harfi tablodan seçilir.
- Bulunan kod harfi ve uygulanan muayene seviyesi ile önceden belirlenmiş kabul edilebilir nitelik seviyesi değerine karşılık gelen değer tablodan seçilerek örnek büyüklüğü belirlenir. Belirlenen örnek büyüklüğü parti hacmi içinden tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilir.
- Muayene ve deneyler uygulanır.
- Çekilen numune içerisinde, ilgili tablolarda verilen (K) kabul sayısına eşit veya daha fazla sayıda kusurlu ürün bulunursa parti reddedilir [75].

b) Dodge-Roming Numune Alma Planı: Ortalama son kalite seviyesi ve reddedilebilir kalite seviyesi kavramlarına dayanır. Sadece tek ve çift örnekleme planları için geçerlidir. Bu örnekleme planı, reddedilen partilerin düzeltme işleminden geçirilmesi ve %100 muayeneye tabi tutulan reddedilen partilerin kusurlu parçalarının ayıklanıp, kusursuz duruma getirildikten sonra kabulü anlamına gelmektedir. Başlangıçta kabul edilen partiler olduğu gibi kabul edilir. Bu planın kullanılabilmesi için partideki ortalama kusurlu sayısının bilinmesi gerekir. Dodge-Roming tek örnekli veya çift örnekli parti tolerans tablolarından reddedilebilir kalite seviyesi değerine göre bir tanesini seçerek, parti büyüklüğü ve proses ortalamasının kesiştiği noktadaki örnekleme planı değerleri n , c ve ortalama son kalite seviyesi değerlerini vermektedir. Bu plan, örnek hacmi ve partilerin tahmin edilen ortalama kalite seviyesinin bilinmesi durumunda uygulanabilmektedir. Partilerle ilgili ortalama kalite seviyeleri, en azından %25'lerinin kusur ürün ortalamaları alınmak suretiyle bulunabilir [49].

c) Chain Numune Alma Planı: H.F. Dodge tarafından geliştirilen ve parti kabul örneklemesinin özel bir şekli olan bu planlara, uygulama maliyetinin yüksek olduğu ve muayene sırasında ürünün tahrip edilmesinin gerekli olduğu hallerde başvurulur. Bu tür kabul örnekleme birbirini izleyen çeşitli örneklerle ilgili birikimli sonuçları kullanır. Genellikle küçük örneklerle ilgili çalışmalar bununla planlanır. Bu sistemin işleyişi esnasında her parti için n hacimli örnek seçilerek istenen özelliklere uygunluğu araştırılır.

Örnek sıfır kusurlu ise parti kabul, 2 veya daha fazla kusurlu ise parti reddedilir. Partide eğer 1 adet kusurlu varsa ve önceki örneklerde hiç kusurlu çıkmamışsa partinin kabulü mümkündür. Genellikle alınan örneklerin sürekli bir ürün serisinden olması ve arka arkaya örneklenmiş parti üretim süreci içerisinde yer alması durumunda en uygun kullanım sağlanmış olmaktadır [49].

d) Philips Standart Numune Alma Sistemi: Sistemde herhangi bir partinin kabul edilme olasılığı %50'dir. Üretici ve tüketici riskleri böylece birbirine eşit olmaktadır. Sistem sadece tek ve çift örnekle planları içermektedir. Tek örnekle planlarda parti büyüklüğü 1000 veya daha az, çift örnekle planlarda ise 1000'den daha fazladır. Genellikle kontrol dışı noktalar arttıkça örnek büyüklüğü küçülmekte ve planla ilgili olarak kabul olasılığı giderek azalmaktadır.

1.13.2. Ölçülebilen Özellikler İçin Numune Alma Plan Sistemleri

Bu planlar kabul edilebilir nitelik seviyesi değerlerine dayandırılarak hazırlanmış olan planlardır. Genellikle kabul edilebilir nitelik seviyesi değerleri normal muayene için %0,4 ile %15 arasında değişir. Sistem başlıca üç tip muayeneye uygundur. Tek ve çift taraflı spesifikasyon sınırları içinde kullanılabilir. Evrenin standart sapmasının (σ) bilindiği veya bilinmediği durumlara uygun plan elde etmek de mümkündür. Örnek büyüklüğü için başlıca 5 farklı muayene düzeyi vardır ve bunlar (parti büyüklüklerine göre) kod harfleri ile ifade edilmiştir [75].

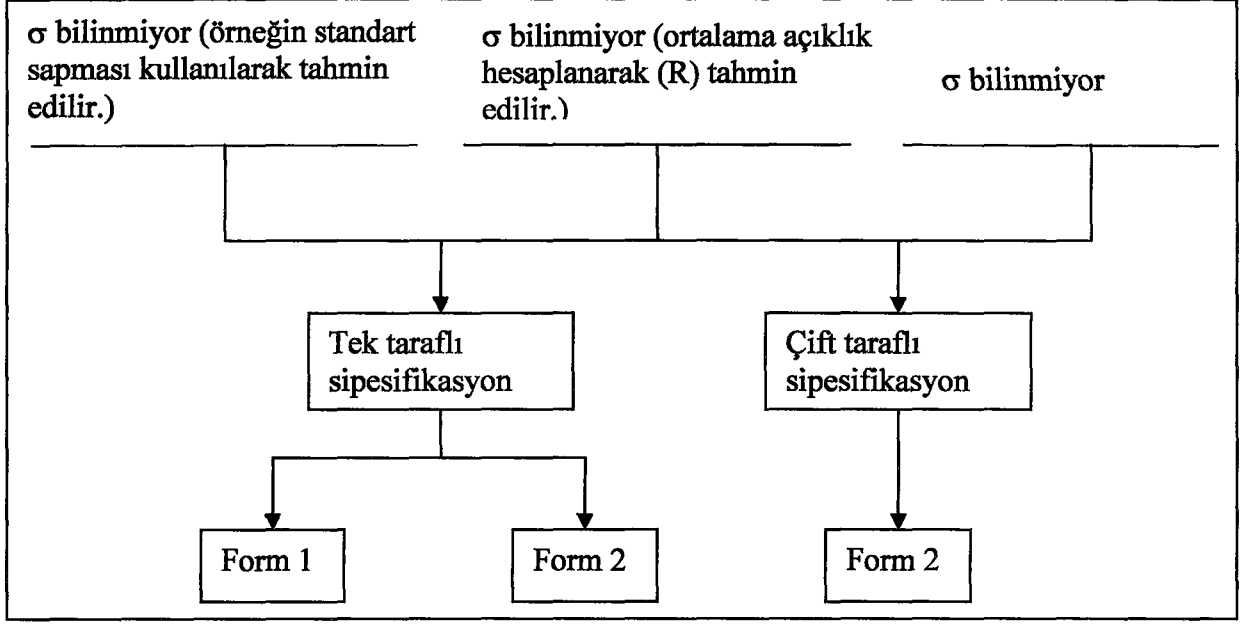
Bu sistemin kullanımda izlenen aşamaları şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Standart sapma (σ) bilinmiyorsa, örneğin standart sapması kullanılarak
 - Standart sapma (σ) bilinmiyor, ortalama açıklık hesaplanarak (R) tahmin edilir.
 - Standart sapma (σ) biliniyor.

gibi farklı durumlarda Şekil 8'de verilen şekilde bir izleyiş tarzı uygulanır.

2. Tek taraflı sipesifikasyon limitini elde etmek için standart sapma yöntemine göre parti kusurlu yüzdesini tahmin tabloları ile değişkenliğin bilinmediği durumlarda standart sapma yöntemine göre normal ve sıkı muayenelerde kullanılacak numune alma tabloları sıra ile uygulanmalıdır.

3. Çift taraflı sipesifikasyon limitini hesaplamak için ayrıca tablolar geliştirilmiştir.



Şekil 8. Ölçülebilir özellikler için TS 2756 numune alma plan sisteminin işleyişi

4. Önceden bilinen parti büyüklüğü ve muayene seviyesine uygun kod harfi, ilgili kod tablosundan belirlenir.

$$5. Q_A = (X-L)/\sigma \quad \text{veya} \quad Q_U = (U-X)/\sigma \quad (21)$$

hesaplanan değer ve numune büyüklüğü kullanılarak, partiden hesaplanan % kusurlu oranı P_L tablodan elde edilir. Buradan hareketle maksimum kusurlu yüzdesi ise tablo yardımıyla tespit edilir.

6. Gelen partinin kabul edilebilmesi için $P_L \leq M$ koşulu aranmaktadır.

7. Kabul edilebilir nitelik seviyesi normal muayenede yukarıdan aşağıya, sıkı muayene de ise aynı planda aşağıdan yukarıya doğru uygulanır.

8. Gevşek muayeneler için ayrıca hazırlanmış tablolar vardır.

9. Tablolarda okun altındaki ilk numune alma planı, yani hem ilk numune büyüklüğü hem de normal ve sıkı muayenelerde ilk M değeri veya k değeri kullanılacaktır. Numune büyüklüğü parti büyüklüğüne eşit veya ondan fazla ise, partide yer alan her birim muayeneye alınmalıdır.

1.13.3. Sürekli Üretim İçin Plan Sistemleri

Üretim kesintisiz akış halinde olduğunda, partiler halinde kabul örnekleme işleminde yüksek maliyetler yükleyebilir. Üretimin sürekli olması halinde, planlar örnekleme muayenesini ve %100 muayeneyi birlikte kullanmak gibi bir mecburiyet ortaya koyar. Önce %100 muayene ile başlanır ve belli sayıda birim kusursuz çıkıyorsa örnekleme muayenesine döndürülür. Yine belli bir kusurlu sayısına ulaşıncaya kadar numune alındıktan sonra gerekirse tekrar %100 muayeneye geçilir. Bu plan sistemi başlıca 5 adet plandan oluşmakta ve MİT-STD-1235 A (MU) sistemi olarak da adlandırılmaktadır.

Çalışmalara küçük, büyük ve hayati kusurlular olarak üç farklı kusurlu sınıfta karakteristik özelliklerin tetkiki ile başlanır. Bu planlar ortalama son nitelik seviyesine dayanılarak geliştirilmiştir. Aynı zamanda kabul edilebilir nitelik seviyesi ile teçhiz edilerek ölçülemeyen özelliklere ait numune alma plan sistemleri ile karşılaştırılması imkanı sağlanmıştır [49].

Sürekli üretimler için geliştirilen bu plan sistemleri:

1. CSP-1 Planları: Sistemin işleyişi Dodge-Roming planlarına benzemektedir ve reddedilen üretimin düzeltilmesi esasına dayanmaktadır. Önce uygulamaya %100 muayene ile başlanmakta ve "i" sayıdaki birim içerisinde hiç hatalı çıkmazsa %100 muayene bırakılmakta ve birim belirli bir örnekleme frekansına (f) göre incelenmektedir. Bu esnada bir birim bile hatalı çıksa örnekleme bırakılarak tekrardan %100 muayeneye geçilmektedir. Yine "i" sayıda birim hatasız oluncaya kadar %100 muayene işlemi sürdürülmektedir.

Planla ilgili olarak %OSNS seviyesi ve f değerlerine göre kaç birim hatasız bulununcaya kadar %100 muayene yapılacağını gösteren CSP-1 Planı için "i" değerleri tablosundan yararlanılır. Tabloda f ile gösterilen değer;

$f = \text{Muayene edilen sayı} / \text{Toplam sayı}$ şeklinde bir oranı ifade etmekte ve kaç üründe bir muayenenin yapılacağını göstermektedir.

2. CSP-2 Planı: Bu plandaki mantık CSP-1'deki uygulamaya benzer. Aradaki tek fark, CSP-1'de çekilen numunelerde bir tek hataya bile rastlansa, geriye yani %100 muayeneye derhal döndüğü halde, bu planda hemen dönmemesi ve uygulanan birim sayısı içinde 2. bir kusurluya rastlamayana kadar muayeneye devam edilmesidir. Ancak 2. bir kusurlu ürün tespit edilince geriye tekrardan %100 muayeneye dönmemesi gerekmektedir [49].

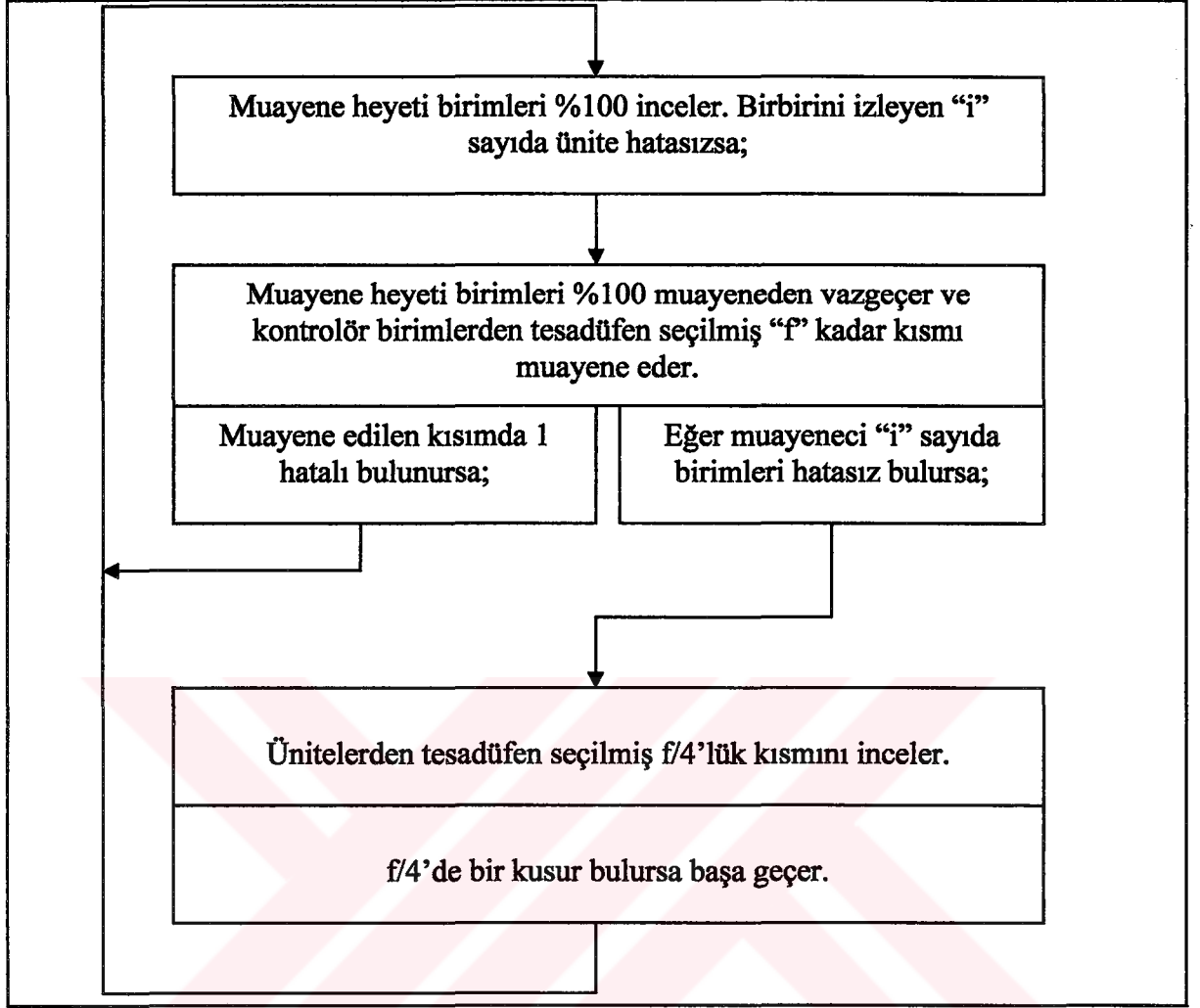
3. CSP-F Planları: Bu planda çalışma şekli işlem akışı bakımından CSP-1'e benzemektedir. CSP-F planlarının daha düşük örnekleme sıklığında ve kısa süreli üretim durumlarına uygulanabilmesi için bu planlar OSNS ile beraber bir üretim aralığında ürün imalatı miktarı ve örnek frekans kodlarına göre indekslenmişlerdir. CSP-F planı için OSNS değeri, f değeri ve örnek frekans kodlarına göre çeşitli "i" değerleri ilgili tabloda verilmiştir. Bunlar muayene işlemlerinin kısa sürede bitirilmesinde işe yaramaktadır.

4. CSP-T Planları: Bu planın diğerlerinden başlıca farkı, daha üstün kaliteli ürünü göstermek için daha düşük örnekleme frekansı ile çalışabilmesidir. Planın işleyiş şeklini şu şekilde açıklayabiliriz [49];

- Önce birimler %100 muayeneye alınır.
- Birbirini izleyen "i" sayıda ünite hatasızsa %100 muayeneden vazgeçilir.
- Birimlerden tesadüfen seçilmiş f kadar kısmı muayene edilir.
- Muayene edilen kısımda 1 hatalı bulunursa, baş kısma döndür. i sayıda birimleri hatasız bulunursa $f/2$ 'lik kısmı incelemeye alınır.
- $f/4$ incelenirken kusurlu bulunursa tekrar başa döndür. Belli bir OSNS ve örnekleme frekansı kodları ile f değerine göre "i" değerlerini elde etmemize yardımcı olan bir tablodan da yararlanılabilir.

Bu sistemde mesela; OSNS değeri %2,5 ve f değeri ise $1/5$ olsun. Tablodan "i" değerini 29 olarak elde ederiz. % muayene işlemine hatasız 29 birim bulununcaya kadar devam ederiz. Daha sonra $1/5$ 'lik örnekleme muayenesine geçeriz. Takip eden 29 birimlik örnekte hiçbir kusurluya rastlanmazsa $f/2$ (yani $f/10$) kadarlık kısım muayeneye alınır. Hiç hatasız 29 üniteye kadar bu $1/10$ 'luk frekans muayenesine devam edilir. Örnekleme frekansı hiç hatasız bulunması durumunda tekrardan son bir defa azaltılır. Bu son azaltma $f/4 = 1/20$ olacaktır. CSP-T Planının işleyişi Şekil 9'da gösterilmiştir [49].

5. CSP-V Planı: Bu planın diğerlerinden farkı şudur. Bulunan "i" birimlerinin muayenesinde her hatalı ürün tespit edildiğinde %100 tam sayıya geçilir. Fakat eğer "i" birimlik kısım hiçbir hatalı ürüne rastlamadan geçildikten sonra, bir adet bile kusurluya tesadüf edilse %100 muayeneye dönüş yapılır, ama bu defa "i" rakamı $2/3$ azaltılarak devam edilir. CSP-V planı tek katlı olarak uygulanmakta ve sürekli numune almada işimize yaramaktadır [49].



Şekil 9. CSP-T planının işleyiş şeması

1.14. Kalite Kontrolde Kullanılan Bazı İstatistik Teknikleri

İstatistiksel kalite kontrolde sıkça kullanılan bazı istatistik teknikler olarak aritmetik ortalama, değişim aralığı, standart sapma ve varyans ile ihtimal ve ihtimal dağılımlarından söz edebiliriz. Çalışmada kullanılan ihtimal ve ihtimal dağılımları kısaca incelenirse;

İhtimal ve ihtimal dağılımları: İhtimal; N tane değer içerisinde n tanesinin A özelliğine sahip olduğu farz edilsin. Bu N değer içerisinde rast gele bir değer çekilmesi durumunda bunun A özelliğine sahip olması ihtimali [70]

$$P(A) = n/N \text{ olarak gösterilir.}$$

(22)

Bir olayın meydana gelmesi ihtimali p , meydana gelmemesi ihtimali q olmak üzere $p+q = 1$ 'dir. Yani, bir olayın meydana gelmesi veya gelmemesi ihtimali %100'dür. Dolayısıyla herhangi bir olayın meydana gelmesi ihtimali 0 ile 1 arasında değişir.

$0 \leq p \leq 1$ $p = 0$ ise bu olaya imkansız olay, $p = 1$ ise kesin olay denir.

İhtimallerde birbirinden etkilenen ya da birbirlerini engelleyen olaylarda iki olay aynı anda meydana gelmiyorsa bu durumda bu iki olaydan birinin meydana gelme olayı bu iki olayın meydana gelme ihtimalleri toplamına eşittir.

$$P(A \text{ veya } B) = P(A) + P(B) \quad (23)$$

burada dikkat edilecek nokta veya bağlacıyla bağlanan olayların bu formülle açıklanmasıdır.

Eğer iki olay birbirini engellemeyen olaylar ise, yani her iki olayda aynı anda meydana gelebiliyorsa, bu iki olayın meydana gelebilmesi ihtimali bu iki olayın meydana gelme ihtimallerinin çarpımına eşittir.

$$P(A \text{ ve } B) = P(A) \times P(B) \quad (24)$$

burada dikkat edilecek nokta ve bağlacı ile bağlanan olayların gerçekleşme ihtimalleri çarpılarak bulunur.

a) Binom Dağılımı: Kusurlu-kusursuz, yazı-tura, erkek-kız gibi yalnız iki sonuç veren bir olay n kez tekrarlandığında istenen sonucun x defa gelmesi ihtimalleri binom dağılımı gösterir. Bu ihtimaller:

$$P(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x} \quad x = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (25)$$

ile ifade edilen binom ihtimal dağılımı fonksiyonu ile elde edilir. Burada p olayın bir kez tekrarlanması durumunda istenen sonucun gelmesi ihtimali ve $q=1-p$ dir. $\binom{n}{x}$ ise n 'in x 'li kombinasyonudur.

Binom dağılımında, her bir denemenin aynı şartlar altında meydana geldiği ve deneme sonunda p 'nin sabit kaldığı kabul edilir.

Binom dağılımının ortalaması $\mu = np$, standart sapması $\sigma = \sqrt{n \cdot p \cdot q}$ 'dur. (26)

Binom dağılımını normal dağılıma yaklaştırmak için n 'nin $n \cdot p > 5$ olacak şekilde ayarlanması gerekir [65].

b) Poisson Dağılımı: Poisson dağılımında iki sonuçlu olaylara uygulanır ancak burada olaylar kesikli bir dağılım gösterirler. Binomdan tek farkı olayın gerçekleşme olasılığı binom dağılımına göre daha düşüktür. ($p < 0.10$) ve veri sayısı büyüktür. ($n > 100$) Ayrıca $np < 5$ ise poisson dağılımı kullanılabilir [76].

Poisson ihtimal dağılım fonksiyonu,

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{x!} \quad x = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (27)$$

eşitliği ile ifade edilir. Burada λ dağılımın ortalaması ve aynı zamanda varyansıdır. Binom dağılımında olduğu gibi $\lambda = np$ 'dir.

Poisson dağılımı genellikle sürekli bir dizide yalıtılmış (izole edilmiş) olayların olasılıklarını bulmak için kullanılır. Bu sürekli dizi uzunluk, alan, hacim ya da çok fazla sayıda kalite karakteristiği olan parçaları içine alır. Örneğin bir elektrik kablosu üzerindeki izolasyon hataları sayısının dağılımı, bir kumaş yüzeyine düşen hatalı ilmek sayısının dağılımı, kompleks mekanizmadaki kusur sayısının dağılımı poisson dağılımı ile tahmin edilir [77].

Poisson dağılımına konu olan olay, sürekli dizinin her eşit aralığında aynı sayıda meydana gelir ve ortalama olay sayısı aralık büyüklüğü ile doğru orantılıdır [2].

c) Hipergeometrik Dağılım: İki den çok sonuçlu olaylara uygulanır. Sonlu bir evrenden iadesiz örnekleme yapıldığında istenen sonucun meydana gelmesi ihtimalleri hipergeometrik dağılım gösterir. N birimlik bir evrende D tane kusurlu birim varsa bu evrenden şansa bağlı olarak alınan n birimlik bir örnekte x tane kusurlu birim çıkması ihtimali aşağıdaki hipergeometrik ihtimal dağılım fonksiyonu yardımıyla elde edilir [2].

$$P(x) = \frac{\binom{D}{x} \binom{N-D}{n-x}}{\binom{N}{n}} \quad ; \quad x = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (28)$$

Teorik olarak, sonlu evrenlerden örnekleme durumunda en uygun dağılım hipergeometriktir. Birkaç çeşit üretim yapılan yerlerde genellikle evren hacmi oldukça küçük ve örnekleme oranı n/N büyüktür. Evrenden her defasında bir örnek ünitesi alındığında kalan kısımdaki p ihtimali değişir. Dolayısıyla da her defasında kusurlu birim çekme ihtimali değişir. Halbuki binom ve poisson dağılımlarında bu ihtimal sabittir.

d) Normal Dağılım: Bir ürüne ait süreklilik gösteren herhangi bir özellik (uzunluk, ağırlık gibi) müteaddit defa ölçüldüğünde genellikle bu ölçüm değerlerinin belli bir değer etrafında simetrik veya simetriğe yakın bir dağılım gösterdiği gözlenir. İşte bu dağılıma normal veya normale yakın bir dağılım denir.

χ , sürekli bir değişken olmak üzere normal dağılım için ihtimal fonksiyonu;

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} ; -\infty < x < +\infty \quad (29)$$

Burada μ evren ortalaması, σ ise evren standart sapmasıdır. μ ve σ değiştikçe normal dağılım eğrisinin konumu ve basıklığı değişir [2].

Normal dağılım sürekli bir dağılımdır. Tüm reel sayılar kümesinde tanımlıdır. Çan eğrisi biçimindedir. Simetrik bir dağılımdır. Aritmetik ortalama = tepe değeri = ortanca birbirine eşittir. Eğrinin altındaki alan 1 birim alınır ve olasılığı 1'dir. Sonsuz sayıda normal dağılım vardır.

Sonsuz sayıda normal dağılım bir "z" dönüşümü ile $\mu=0$ (ortalama=0), $\sigma^2=\sigma=1$ olan bir normal dağılıma dönüştürülebilir. Bu normal dağılıma standart normal dağılım denir.

$$Z = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma} \quad \text{veriler normal dağılırsa; } S^2 = \frac{\sum(z_i - \bar{z})^2}{n-1} = 1 = S \quad (30)$$

e) Tahmin: İstatistiksel kalite kontrolünde, imalattaki kusurlu oranı veya ürünün kritik boyutları gibi bazı kalite karakteristiklerini tasvir etmek için ihtimal dağılımları kullanılır. Bu yüzden ihtimal dağılımlarının parametreleri hakkında bir sonuç çıkarmaya ihtiyaç duyulur. Genellikle parametreler bilinmediğinden, örnek verilerinden faydalanılarak parametreler hakkında tahmine gidilir. Bilinmeyen evren parametresinin bir tahmin edici olarak, parametreyi temsilen bir örnek istatistiği tarif edilebilir. Bir tahmin

ediciinin örnek verilerinden hesaplanmış sayısal değerine tahmin denilir. Evren parametresinin tek bir sayısal değerle tahminine nokta tahmini denilir. Parametrenin belli bir ihtimal seviyesinde bulunacağı aralığın tahminine ise aralık tahmini denir. Aralık tahmini ile belirlenen aralığa genellikle güven aralığı denir [2].

Nokta Tahmini: Bir evrenin hem ortalaması (μ) hem de varyansı (σ^2) bilinmiyor olsun. O zaman bu evrenden alınan n birimlik bir örneğin ortalaması (\bar{X}) ve varyansı (S^2)'nin hesaplanan sayısal değeri (μ) ve (σ^2)'nin nokta tahminleri olurlar. Böylece;

$$\mu \cong \bar{x} = \frac{\sum X_i}{n} \quad \text{ve} \quad \sigma^2 \cong S^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad \text{olarak kabul edilir.} \quad (31)$$

İyi bir nokta tahmini yapabilmek için şu iki özelliğin sağlanması gerekmektedir [78].

- Nokta tahmin edicisi tarafsız olmalıdır. Yani, nokta tahmin edicisinin beklenen değeri, tahmin edilmiş olan parametreye eşit olmalıdır.
- Nokta tahmin edicisi minimum varyansa sahip olmalı. Herhangi bir nokta tahmin edicisi bir şans değişkenidir. Bu yüzden, kabul edilen nokta tahmin edicisinin varyansı diğer nokta tahmin edicilerinin varyansından daha küçük olmalıdır.

Nokta tahmininin özellikleri [79];

1. Sapmasızlık: θ kitleye ilişkin herhangi bir parametre ve $\bar{\theta}$ da θ parametresinin örnekten elde edilen tahmini iken, $E(\bar{\theta}) = \theta$ ise $\bar{\theta}$ istatistiği θ parametresi için sapmasız bir tahmin edicidir denir. Diğer bir ifade ile bir istatistiğin beklenen değeri, tahmini için kullanıldığı kitle parametresine eşitse bu istatistik sapmasızdır.

2. Tutarlılık: $\bar{\theta}$ istatistiği, örnek hacmi arttıkça θ parametresine yaklaşıyorsa, $\bar{\theta}$ ya tutarlı bir tahmin edici adı verilir. bir başka ifade ile, bir istatistik, örnek hacmi arttıkça tahmini için kullanılan kitle parametresine yaklaşıyorsa bu istatistik tutarlıdır. Örneğin; $\bar{\chi}$ kitle ortalaması μ için tutarlı bir istatistiktir. Çünkü, örneğe ne kadar fazla birim koyarsak $\bar{\chi}$, μ 'ye yaklaşır.

3. Etkinlik: Kitlenin bilinmeyen bir parametresinin tahmini için birden fazla sapmasız ve aynı zamanda tutarlı tahmin edici belirlenebilir. Bu durumda, bu tahmin edicilerden hangisinin kullanılması ile daha iyi tahmin yapılabileceğini belirlemek için tahmin edicilerin varyansları belirlenir. İyi bir nokta tahmininin etkin olması için,

minimum varyansa sahip olması gerekir. Bir başka ifade ile, sapmasız ve tutarlı nokta tahminler arasından minimum varyansı (daha etkin) olanı seçilir.

4. Yeterlilik: Kitle parametresi θ 'nın değerinin tahmini için, $\bar{\theta}$ tahmin edicisi örnekteki bilgilerin tamamını kullanıyorsa yeterli bir tahmin edicidir.

Aralık Tahmini: Örnek istatistikleri yardımıyla evren parametresinin belli bir ihtimalle bulunması gerektiği aralığın sınırları belirlendiğinde bir aralık tahmini yapılmış olur. Aralığın sınırlarına “güven sınırları”, aralığa “güven aralığı” ve evren parametrelerinin güven aralığında bulunması ihtimaline ise “güven seviyesi” denilmektedir.

$$\text{Güven Aralığı} = \text{Nokta tahmini} \pm (\text{Güven katsayısı}) \times (\text{Standart hata})$$

Güven katsayısı, ilgili ihtimal dağılımı için güven seviyesine göre belirlenen kritik değerlerdir.

Bir evren parametresinin tahmin edicisinin standart sapmasına da “standart hata” denilir. Mesela;

$$\text{Örnek ortalamaları için standart hata } s = \bar{x} = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (32)$$

$$\text{Örnek oranları için ise } \sqrt{\frac{p'q'}{n}} \text{ 'dir [70].} \quad (33)$$

Evren Ortalaması için Güven Aralığı: Bir evrenden şansa bağlı olarak alınan n birimlik bir örneğin ortalaması (\bar{X}) ve standart sapması da S olsun. Bu evrenin ortalaması (μ) için güven aralığı [2];

$$n \geq 30 \text{ ise } \bar{X} \pm z_c \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (34)$$

$$n < 30 \text{ ise } \bar{X} \pm t_c \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (35)$$

ifadeleri ile belirlenir. z_c ve t_c güven katsayılarıdır.

Z_c , güven seviyesinin yarısına karşılık gelen z tablosundaki z değeridir. t_c ise kritik t değerleri tablosunda α önem seviyesi ve n-1 serbestlik derecesine karşılık gelen kritik t değeridir.

Evren Oranı için Güven Aralığı: Bir evrenden çekilen n birimlik bir örnekte belli bir özelliğe sahip birimlerin sayısı χ ise, bu örnekte söz konusu özelliğe rastlama oranı $p' = \chi/n$ dir. Bu özelliğe evrende rastlanma oranı (p) için güven aralığı [2],

$$n \geq 30 \text{ ise } p' \pm z_c \sqrt{\frac{p'q'}{n}} \quad (36)$$

$$n < 30 \text{ ise } p' \pm t_c \sqrt{\frac{p'q'}{n}} \quad q' = 1 - p' \quad (37)$$

Evren Varyansı için Güven Aralığı: n gözlemden oluşan bir şans örneğinden hesaplanan varyans S^2 olsun. Bu durumda örneğin alındığı evrenin varyansı için güven aralığına ait güven sınırları aşağıdaki gibidir [2].

$$\frac{(n-1)s^2}{X_{\alpha/2;n-1}^2} \leq \sigma^2 \leq \frac{(n-1)s^2}{X_{1-\alpha/2;n-1}^2} \quad (38)$$

Burada σ^2 den önceki hesaplama Alt Güven Sınırını, sonraki hesaplama ise Üst Güven Sınırını göstermektedir.

$X_{\alpha/2;n-1}^2 = \alpha/2$ önem seviyesi ve n-1 serbestlik derecesi için kritik ki-kare değeridir.

$X_{1-\alpha/2;n-1}^2 = 1 - \alpha/2$ önem seviyesi ve n-1 serbestlik derecesi için kritik ki-kare değeridir.

1.15. Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Endüstrisi

Orta yoğunlukta lif levha endüstrisi orman ürünleri sanayisi içinde yer alır. Orman ürünleri sanayi, imalat sanayinin alt sektörlerinden biridir. Bu sektörde kendi içerisinde alt sektörler veya faaliyet guruplarına ayrılmaktadır. Uluslar arası standart sanayi sınıflandırmasına göre imalat sanayinin ikili bir alt sanayi gurubu olan orman ürünleri sanayi; ana malı üreten sanayiler arasında yer alan ağaç ve mantar ürünleri ile tüketim malı üreten sanayiler arasında yer alan mobilya sanayinden oluşmaktadır [80].

Bu sektör; ormanlardan elde edilen odun hammaddesini yarma, kesme, soyma, biçme, şekil değiştirme, yongalayarak veya liflerine ayırarak ve yapıştırıcı maddeler kullanarak veya kullanmadan presleme, buharlama, kurutma, emprenye etme ve benzeri işlemlerle odunun bünyesini değiştirmeden veya mekanik ve kimyasal yollarla değiştirmek suretiyle, yarı mamul veya mamul mal üreten, gerektiğinde birinin ürününü hammadde olarak kullanan, entegre düzende üretim yapan tüm sanayi kollarını içine alan odun sanayi ile orman ağaçlarından elde edilen reçine, sığla yağı, kabuk, palamut, defne yaprağı, katran gibi ormanın ikincil ürünlerini işleyerek gıda, boya, kimya, parfüm gibi sanayilerde yarı mamul madde üreten ikincil orman ürünleri sanayinden oluşur [81].

Hammadde odunun işlenmesinde amaca ve uygulanan teknolojilere göre çok değişik görünümlerdeki bu sanayi kolunu genel olarak 4 ana grupta toplamak mümkündür [82].

1. Birincil İmalat Sanayi Ana Gurubu: Bu grupta odunu doğrudan hammadde olarak kullanan sanayi çeşitleri toplanmaktadır. Bu ana gurup, elde edilen ürünlerin çeşitlerine göre üç kısma ayrılmaktadır:

1.1. Bıçkı Sanayi: Kereste, Ambalaj, v.b.....

1.2. Levha Sanayi: Lif Levha, Yonga Levha, Kaplama, Kontrplak, v.b....

1.3. Kağıt Hamuru ve Kağıt Sanayi

2. İkincil İmalat Sanayi Ana Gurubu: Bu gurup birincil imalat sanayi tarafından üretilen ürünleri işleyerek ahşap, parke, doğrama, mobilya, prefabrik inşaat elemanları v.b. ürünleri üreten sanayi dallarını içine almaktadır.

3. Diğer Orman Ürünleri Sanayi Ana Gurubu: Bu gurup özel üretim gerektiren kalem, kibrit, oyuncak, karoser, silah dipçığı, müzik aletleri, el aletleri parçaları, ayakkabı topuğu ve burada sayılamayacak kadar çok geniş bir alanı kapsamaktadır [83].

4. Orman Tali Ürünleri Sanayi: Ağacın kabuğu, yaprağı, meyvesi, tohumu, reçinesi, sığlası vb. ürünlerini değerlendiren sanayi kolları bu grup içerisinde yer almaktadır.

Türker; [84] 1994 yılında yaptığı bir araştırmada ormancılık sektörü ile ilgili 4 alt sektörünün ülke ekonomisi üretiminde fazla ağırlıklarının olmadığını, ancak özellikle temel ormancılık sektörünün üretiminin de değerlendirilmesi ile üretim açısından belirli bir değere sahip olduğunu vurgulamıştır.

Bunun yanında Türker araştırmaya konu olan işletmelerin bağlı olduğu AĞMÜS Sektörü'nün üretim yolu ile milli gelir içindeki payının %1 olduğunu, ihracatın ithalatı karşılama oranının bu sektörde yaklaşık 4 olduğunu, ülke ihracatı içindeki payın %0,1 ve ülke ithalatı içindeki payın da %0,8 olduğunu, toplam çıktılarının %65'lik bir kısmının ara talebe, diğer bir ifade ile diğer sektörlerin üretimi için girdi olarak gittiğini, gelir, üretim ve istihdam etkilerinin orta düzeyde olduğunu ve sektörün ileri ve geri bağlantı oranlarının yüksek olduğunu ve bu yönüyle, hem mal aldığı hem de mal verdiği sektörleri olumlu yönde etkilediğini ifade etmiştir.

2002 yılında yapılan bir araştırmada ise orman ürünleri endüstrisi, üretim değeri ve katma değeri açısından devlet ekonomisi içinde küçük bir sektör olduğu vurgulanmıştır. Endüstride özellikle kereste, ülke çapına yayılmıştır. Çoğu küçük ölçekli kereste fabrikaları, kırsal bölgelerde istihdam ve gelir imkanı sunar. Bundan dolayı bölgesel farklılığın kalkması, gelir dağılımı ve istihdam gibi gelişmişlik kriterleri açısından önem taşır [85].

Günümüzde ağaç malzemenin kullanım yerleri çok çeşitli bir düzeye ulaşmış olup yaklaşık 6000 civarında olduğunu söyleyebiliriz. Ağaç malzemesinin bu kadar çok kullanım yerinin bulunması onun anatomik yapısından, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşiminden meydana gelmektedir. Özgül ağırlığının düşük olmasına karşılık direnci çok yüksektir. Alet ve makinelerde kolay işlenir. Isı ve elektriğe karşı izolasyon maddesi olarak kullanıldığı gibi arzu edilen derecede akustik özelliklere de sahiptir. Bu özellikleri nedeni ile ağaç malzeme tüketimi sürekli artış göstermektedir.

Bunun yanında endüstriyel gelişme ve artan nüfus ihtiyacının karşılanması dahilinde de ağaç malzeme kullanımı artmış ve bol miktarda bulunan odun hammaddesi içinde bulunduğumuz yüzyılın sonlarına doğru kıtlaşmaya başlamıştır. Buna karşılık ağaç endüstrisi artıkları, aralama kesimi hasılatı, dal odunu gibi maddeler ile birlikte yıllık bitki saplarının yeterince değerlendirilememesi odun kaynağı olarak büyük bir kayıp olarak görülebilir.

Odun hammaddesinin giderek azalması, onun yerine lignoselülozik maddelerin kullanılmasına neden olmuştur. Bu nedenle çalışmamızda lignoselülozik bir ürün olan MDF ürünü üzerinde çalışılmıştır.

Lif levhalar en az %80 oranında bitkisel lif içerdiklerinden ağaç malzemedede olduğu gibi yüksek değerlerde mekanik ve teknolojik özelliklere sahiptirler. Üstelik ağaç malzemedede bulunmayan bazı özellikler de sahiptirler. Masif ağaç malzemenin aksine direnç özellikleri değişik yönlerde farklı değildir ve dolayısı ile homojen yapıda bir malzemedir. Ayrıca budak, çürüklük, lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunmamakta, üç değişik yönde farklı çalışması sonucu masif ağaç malzemedede görülen çarpılma, çatlama gibi sakıncalar söz konusu olmamaktadır. Diğer taraftan fabrikasyonda uygulanan çeşitli teknikler yardımı ile direnç, sertlik, özgül ağırlık gibi teknolojik özelliklerle boyutların istendiği gibi ayarlanması mümkündür. Bunlara ilaveten, işlenmesi daha kolay olup geniş yüzeyleri düzenli olarak kaplayabilir [86].

Kullanılan bu hammaddeler için Türkiye'deki orman varlığı üzerindeki paylarına kısaca değinirsek; Türkiye'nin yüz ölçümü 779.000 km²'dir. Ve bu alanın da 20.763.248 km²'lik kısmı orman alanı ile kaplıdır. Bu alanında 10.027.568 Ha verimli orman, 10.735.680 ha'da bozuk orman statüsündedir. Verimli ormanların ülke alanındaki payı %13 dür. Ayrıca ormanların %54'ü ibrelili, %46'sı ise yapraklı türlerden oluşmaktadır. Toplam orman içinde üretim ormanları alanı ise 16.678.000 Ha'dır. 2000 yılı verilerine göre toplam odun üretimi 27.940.000 m³'dür. Bunun endüstride kullanılan miktarı da 9.940.000 m³'dür. Yine 2000 yılı verilerine göre odun ihracatımız 4.000 m³'ken odun ithalatımız 1.570.000 m³ olmuştur [87].

2000 yılı verilerine göre endüstriyel odun üretiminde yer alan alt kalemleri şu şekilde belirtebiliriz: tomruk: 4.723.000 m³, kağıtlık odun: 1.538.000 m³, lif+yonga odunu: 1.893.000 m³ diğer sanayi odunu: 1.216.000 m³ şeklindedir. Endüstriyel odun üretiminin yaklaşık %80'nini ibrelili türler oluşturmaktadır [87].

İncelenen ürün olan MDF; yonga levha ve kontrtabla gibi ahşap kökenli bir levha ürünüdür. İsmi İngilizce olan Medium Density Fiberboard (orta yoğunlukta lif levha) kelimelerinin baş harflerinden gelmektedir. Almanca'da da bu tabir Mittle Dichte Faserplatten kelimelerinin baş harfleri olduğundan MDF tüm dünya da ortak bir ad olarak kullanılmaktadır.

MDF'nin tanımı ise; Eroğlu'na göre "Orta sert lif levha, termo-mekanik olarak üretilen liflerin kurutulduktan sonra %9-11 oranında yapay reçine ilave edildikten sonra sıcak presleme ile elde edilen, kuru yöntemle üretilmiş lif levhadır."

Orta sert lif levhaları deyiminden kuru yöntemle üretilen lif levhaları anlaşılmaktadır. Termo-mekanik yolla elde edilen liflere yaklaşık olarak %9 oranında sentetik reçine ilave edilerek lifler belli bir rutubet derecesine kadar kurutulur. Sıcak preslemeden sonra elde edilen levhaların özgül ağırlıkları yaklaşık 750 kg/m^3 'tür. MDF levhaları olarak tanımlanan orta lif levhalarının çoğu bu tanıma uyar.

TS 64 (1982)'ye göre; MDF zgl ağırlıkları $350-800 \text{ kg/m}^3$ olan levhalardır.

FAO tarafından yapılan tanıma göre; MDF, zgl ağırlıkları $400-800 \text{ kg/m}^3$ olan levhalardır [88].

Hammaddeye has adhezyon kuvveti ile lif üretildiği gibi yapıştırıcı ve kaliteyi düzelten kimyasal maddeler katılarak, ayrıca üretim sırasında uygulanacak basınç ve sıcaklığa etki ederek levhaya istenilen özellikler kazandırılabilir. Lif levhalar aşağıdaki kriterlere göre sınıflandırılabilir [89].

1. Hammaddeye ve lif yöntemine göre,
2. Lif keçesi oluşturma yöntemine göre,
3. Özgül ağırlıklarına göre (kg/m^3 veya g/cm^3),
4. Kullanım yerlerine göre.

Uluslar arası ölçütlere göre sınıflandırmada kullanılan en iyi kriter özgül ağırlık olup lif levhanın özgül ağırlıkları $0.02-1.45 \text{ g/cm}^3$ arasında değişir.

Lif levhaları bu konuda hazırlanmış Türk Standardında (TS 64,1973) zgl ağırlıkları esas alınarak üçe ayrılmıştır. Bunlar:

1. Yumuşak lif levhalar: Özgül ağırlıkları en çok 350 kg/m^3 olan levhalardır.
2. Orta sert lif levhalar: Özgül ağırlıkları $350-800 \text{ kg/m}^3$ levhalardır.
3. Yüksek yoğunlukta lif levhalar: Özgül ağırlıkları 800 kg/m^3 'den fazla olan levhalardır.

Bu sınıflandırmada sınırlar yaklaşık değerler olup ülkeden ülkeye değişebileceği gibi sınıf sayısı da değişebilir .

MDF'nin tarihsel gelişimine göz attığımızda, Lif levha kullanımının orijini M.. 6. Yüzyıla kadar gitmekte olup Japonya'da küçük evlerin duvarlarında kullanılan ağır kağıtlar bir çeşit lif levha idi. Çok daha sonraları Avrupa'da 1772 yılında İngiliz Clay tarafından patenti alınan ve 'Papier mache' adı verilen levhaların duvar, kapı, mobilya ve arabalarda

kullanılması tavsiye edilmiştir. 1850 yıllarında İngiltere'de birden fazla karton tabakalarının yapıştırılmasıyla elde edilen mukavvalar inşaatta kullanılmıştır. 1988 yılında yine İngiltere'de 4 silindirli karton makinesi kullanılarak yarı sert lif levha üretilmiştir [89].

1901 yılında Minnesota'da binalarda ısı yalıtımı amacıyla lif levha üretilmiş böylece lif levhaların ısı yalıtım değerleri anlaşılmıştır. 1906 yılından sonra duvar kaplamalarında ve bina içlerinde kullanılan lif levhalarına ticari olarak Wollboard adı verilmiştir. 1916 yılında odun hamurundan üretilen sert lif levhalarına insulite adı verilmiştir. 1921 yılında Amerika'da şeker kamışından izolasyon lif levhası üretilmiştir [86].

Esas ilkesi 1858 yılında ABD'de Lyman bulunan Masonit Yöntemi 1920 ABD'li Mason tarafından geliştirilerek 1926 yılında endüstriyel olarak uygulanmıştır. Bu yöntemde yongalar 30-40 sn 40 atmosfer basınç altında 230 °C de kalır. Daha sonra sıcaklık 285-295 °C, basınç; 70-80 atmosfere çıkarılır ve 5 sn sonunda kapak açılarak büyük bir patlama ile lifler dağılır. Verim %83'dür [86].

1931 yılında İsveçli mühendis Asplund odun yongalarının basınç altında sürekli liflendirme yöntemini geliştirmiştir. Asplund (Defibrator) yönteminde uygulanan basınç 8-12 atmosfer, sıcaklık 170-180 °C olup buhar basıncı ile yumuşayan yongalar mekanik olarak diskli rafinörlerde liflendirilir. Verim %90-93'dür. Bu yöntemle ilk fabrika 1932 yılında Svenska Cellulosa AB firması tarafından Johannedal'da kurulmuştur [86].

1943 yılında Weyefhausef Timber Co. tarafından hava ile lif keçesi oluşturma yöntemi ilk defa endüstriyel olarak uygulanmıştır. Böylece yarı ve yarı kuru lif levha üretim fikri doğmuştur [89].

MDF levhaları 1960'lı yıllarda ABD'de geliştirildi ve ilk tesis 1966'da üretime başladı. Başlangıçta melaminle güçlendirilmiş üre formaldehit reçinesi kullanılarak dış cephe kaplamaları üretildi. Ancak mobilya endüstrisinde daha iyi pazarlanması şansı doğması nedeni ile üretim MDF levhaları şekline dönüştürülmüştür [90].

Teknoloji ve makine konstrüksiyonu o zamanki yonga levha fabrikasyonunun deneyimlerini temel alıyordu. Başlangıçta yonga ve lif farklılığından ötürü bazı güçlüklerle karşılaşarak tesislerin kurulmasında gecikmeler meydana gelmiştir [90].

MDF'nin Türkiye ve dünyadaki durumu ise; Başlangıçta ABD'de üretilen daha sonra Avrupa ve diğer kıtalarda üreilmeye başlayan orta sert levhaları oldukça ilgi görmekte ve üretim kapasitesi hızlı bir gelişme göstermektedir.

Ülkemizde 1983 yılında ilk olarak Ordu Çamsan MDF fabrikası (55.000 m³ / Yıl kapasiteli) kurulmuştur. 1993 yılına kadar bu fabrika aynı kapasite ile çalışmış, 1998

verilerine göre 200.000 m³/ yıl olmuştur. Ayrıca 1995 yılında üretime başlayan Yıldız MDF fabrikası (İzmit; 100.000 m³/yıl) ve Kastamonu Yongapan MDF fabrikası (100.000 m³/yıl), kurulmuştur. Ayrıca Düzce’de 1998 yılında işletmeye açılan ve 104 000 m³/ yıl kapasiteye sahip Divapan MDF fabrikası kurulmuştur [91].

Bunlara ilave olarak da Çamsan Gebze fabrikası ve son olarak da 2003 yılında Kastamonu’da SFC’de MDF üretimine başlanmıştır.

Son ekonomik kriz (2001) levha sektörünü, diğer odun endüstrilerinde olduğu gibi güçlü bir şekilde etkilemiştir. Ancak orta yoğunlukta lif levha (MDF) buna istisna oluşturur. 2001 yılında 24 yonga levha fabrikasından 9’u üretimlerini durdurmuş, 2’si azaltmıştır. Bunun sonucu yaklaşık 400.000 m³’lük üretim kapasitesi atıl kalmıştır. MDF sektörü aşırı olarak faaldir ve büyük bir büyüme potansiyeline sahiptir. Sık ekonomik krizlere rağmen talep ve üretim kesintisiz artmaktadır. Devam eden yatırımlara göre, MDF kapasitesinin 2005 yılında %100’lük artışla 1.3 milyon m³’e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Diğer lif levha üretimleri az miktardadır ve büyüme göstermesi beklenmemektedir [92].

Türkiye’nin 1997 ile 2001 yılları arasındaki MDF üretim ve tüketim değerleri Birleşmiş Milletlerin Orman Ürünleri İstatistiklerinde Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5’de olduğu gibidir [93]. Tabloya göre tüketim değerleri, üretim değerlerinden daha yüksektir. Bunun anlamı işletmeler tam kapasite ile üretim yaptıkları halde tüketim değerlerini karşılayamadığıdır. İthalat miktarının ihracata göre düşük kalması, MDF pazarındaki işletmelerin uluslar arası rekabete açık olduğunu göstermektedir (Tablo içinde gözüken T’ler ilgili rakamların tahmini değerler olduğunu belirtir.) [92].

MDF yonga levhalara oranla %30 fazla fiyata satılsa bile MDF/yonga levha oranının ¼ olacağı tahmin edilmektedir. Yani MDF üretiminin yakın gelecekte 10 milyon m³’ü aşması beklenmektedir [94].

Tablo 3. 1997-2001 yılları arasında Türkiye’nin MDF üretim ve tüketim değerleri

	Üretim (1000 m ³)				
	1997	1998	1999	2000	2001
Avrupa Birliği	4801	5734	6293	7064	7405
Türkiye	530	357	348	284 T	259 T
Kuzey Amerika	2691	3192	3394	3360	3348
	Tüketim (1000 m ³)				
Avrupa Birliği	4526	5449	5947	7405	7317
Türkiye	553	412	363	379	287
Kuzey Amerika	2693	3173	3389	4681	4631

Tablo 4. 1997-2001 yılları arasında Türkiye'nin MDF ithalat değerleri

	İthalat (1000 m ³)				
	1997	1998	1999	2000	2001
Avrupa Birliği	2091	2444	2559	3363	2874
Türkiye	30	63	21	104	59
Kuzey Amerika	468	704	973	2380	2959
	İthalat (1000 \$)				
Avrupa Birliği	49686	52154	51111	54303	55157
Türkiye	13740	24166	9912	23106	12554
Kuzey Amerika	10689	20366	25561	34020	43382

Tablo 5. 1997-2001 yılları arasında Türkiye'nin MDF ihracat değerleri

	İhracat (1000 m ³)				
	1997	1998	1999	2000	2001
Avrupa Birliği	2367	2679	2905	3021	2962
Türkiye	7	8	6	9	31
Kuzey Amerika	466	723	978	989	1075
	İhracat (1000 \$)				
Avrupa Birliği	620569	589660	695424	609226	573516
Türkiye	2481	1885	1421	2239	6182
Kuzey Amerika	105921	186197	253566	267897	255184

MDF'nin giderek önem kazanmasının nedenlerini şu şekilde sıralayabiliriz:

1. Levha yüzeylerinin, yüzey işlemleri için çok elverişli olması ve işlem görmüş yüzeylerde zamanla pürüzlenme dolayısı ile parlaklık azalmasının meydana gelmemesi.
2. Levhanın homojen bir yapıda olması ve ince materyalden meydana gelmesi nedeni ile levha kenarlarının kusursuz kaplanabilmesi ve kolaylıkla işlenebilmesi.
3. Odundan üretilmiş diğer levhalara oranla hammaddenin daha düşük değerli odunlar kullanılabilmesidir.

MDF'nin özelliklerini kısaca yazacak olursak;

1. Levha yüzey işlemleri için uygun olup işlem görmüş yüzeylerde zamanla pürüzlenme ve parlaklık azalması olmaz.
2. Homojen yapıya sahip olup doğal odunun özelliğinde yapay bir üründür.
3. Levha kenarlarının kusursuz olması kolayca işlenebilmesi, kaplanabilmesi, zımpara istememesi, cilalanması, baskı yapılabilmesi ve kolay yapıştırılabilmesi.
4. Fiziksel özellikleri çok yüksektir, fakat hafif değildir.
5. Levha boyutları standartlara uygundur ve çok güzel işlenebilir, oyma yapılabilir.

6. Lif levha odundan üretilen diğer levhalara göre daha düşük kaliteli odunlardan üretilmektedir.

7. Rutubete dayanıklıdır, şişmez, kolay kesilir, yarıp parçalanmaz, çivilenip vidalanabilir.

8. Sağlamlık her yönde aynı olduğundan doğal oduna oranla geniş mobilya dizaynı imkanı verir [89].

MDF'nin kullanım yerleri ise; MDF levhaları ilk üretildiği zamanlarda tamamen mobilya endüstrisinde kullanıldı. Günümüzde de başlıca kullanım yeri mobilya endüstrisidir. Ancak, levhalardan daha yüksek kalite özellikleri istenen durumlarda MDF levhaları yonga levhalara tercih edilmelidir [90].

Levha yüzeylerinin düzgün olması nedeni ile dolgu macunu gerektirmeden yüzey işlemine hazırlanabilmekte, boya ve vernik işlemi daha ucuza gelmektedir. MDF levhalarında profil açılmış dar kenarların renklendirilmesi ve verniklenmesi herhangi bir işleme gerek kalmadan yapılabilir.

MDF levhalarının yüzeylerinin boyanması sonucu çatlama görülmemekte ve baskı yapılabilmektedir. Kenarlarına profil çekilebilir, kırangıç kuyruğu ve düz geçmeler yapılabilir. Tüm bu özellikler MDF levhalarına mobilya endüstrisinde geniş bir kullanım alanı sağlamaktadır.

Çok kapalı yüzeye sahip olması nedeni ile MDF levhalarına desenli baskı yapılması kolaydır. Yüzeyde cips parçacıklarının olmaması yonga izlerinin yüzeye çıkma tehlikesini ortadan kaldırdığından çok ince kaplama ve kağıdın kullanılmasına olanak vermektedir.

MDF levhalarının homojen yapısı çeşitli makinelerde şekillendirilmesine olanak vermekte, freze ile profil açma, delik delme, oluk ve lamba-zıvana açma gibi işlemler hatasız yapılabilmektedir.

Odundan yapılması halinde birçok parçanın birleştirilmesi ile yapılan yuvarlak masalar gibi büyük parçalar MDF levhalarından tek parça halinde üretilir.

İşlenme kolaylığı sağlaması nedeni ile MDF levhalarının yapı sektöründe de önemli ölçüde kullanılmasına olanak verir. Tavan ve taban döşemelerinde ve çatı kısımlarında kullanılmaktadır. Binaların dış cephelerinde kullanılabilmesi için levhanın üretildiği tutkalın dış hava koşullarına dayanıklı türden olması gerekmektedir. MDF levhaları işlenme kolaylığından dolayı endüstriyel kalıp yapımında da kullanılmaktadır [90].

MDF levhaların mukavemet değerleri masif ahşaba çok yakın olduğundan özellikle ince MDF'ler pahalı ince kontrplakların yerine ikame edilebilir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Çalışmada ülkemizin iki önemli MDF üreticisi konumunda bulunan ve Kastamonu ve Düzce illeri sınırları içinde yer alan, SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. ile Divapan Entegre Ağaç ve Panel Sanayi A.Ş. müesseseleri incelenmiş ve üretilen MDF ürünlerinin son muayene sonucunda eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, yoğunluk, 24 saat suda bekleme ve kalınlığına şişme oranı değerleri dikkate alınarak Kontrol Grafikleri ile Tek Örnekleme Planı hazırlanmıştır. Ayrıca çalışma karakteristiği, çıkan ortalama karakteristik ve ortalama toplam muayene sayısı eğrileri oluşturulmuştur.

SFC 1978 yılında kurulmuş, ancak 1996 yılında tek katlı pres ile MDF üretimine başlamıştır. 2003 yılında MDF hattı son sistem Siempelkamp Continue pres ile yenilenmiştir. SFC 150.000 m² açık alan ve yaklaşık 40.000 m² kapalı alan olmak üzere toplamda 190.000 m²'lik bir alanda faaliyet göstermektedir.

SFC'de 10'u mühendis olmak üzere toplam 261 kişi çalışmaktadır. Fabrika entegre bir tesis olmakla beraber üretim kapasitelerine bakıldığında MDF daha fazla üretilmektedir. Bunun yanında yonga levha ve kaplama da üretilmektedir. Ayrıca tesiste Baks Tutkal tesisi de yer almaktadır. SFC ürettiği ana ürün MDF'leri istenen kalınlıklarda üretebilmekte ve satışı ağırlıklı olarak yurt içi piyasada pazarlamaktadır. Yurtdışına pazarlanan MDF'ler mdflam olarak pazarlanmaktadır. Üretilen ürünler için hammadde kaynağı olarak Kastamonu ve çevresinden sert ağaç olarak meşe, karaağaç, gürgen, kavak (kavak için daha çok sanayi artığı olarak kapak şeklinde hammadde), kayın (ithal olarak temin ediliyor); yumuşak ağaç olarak çam ve göknar kullanılmaktadır.

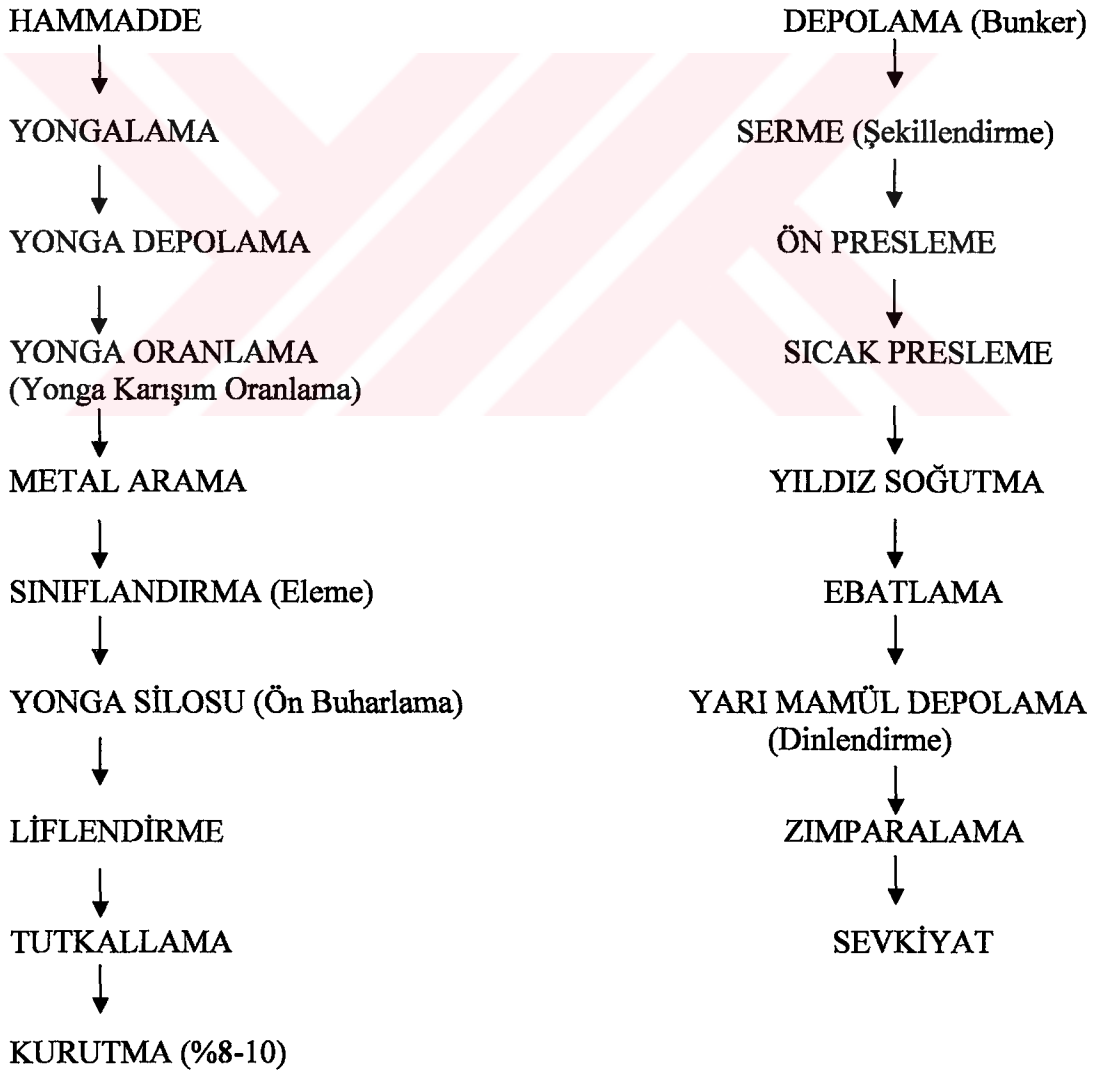
Divapan müessesesi 300.000 m² açık, 47.000 m² kapalı olmak üzere toplam 347.000 m²'lik bir alanda üretim yapmaktadır. Divapan toplam 26 teknik eleman, 36 idari eleman ve 133 işçi olmak üzere toplam 195 çalışanı olan bir müessesedir. Divapan entegre bir müessese olup bünyesinde MDF, MDFLAM, Dekoratif profil, duvar paneli, yardımcı bitiş malzemeleri, süpürgelik ve kenar bandı ürünleri ile emprenye tesisini barındırmaktadır.

Divapan MDF üretiminde 8 katlı pres kullanılmaktadır. 8 katlı bu presin bir seferde üretim yapması için geçen süre 320 saniyedir. Ve bir pres süresince 16 adet plaka üretilmektedir. Üretim için hammadde olarak kayın, gürgen, çam, okaliptüs ve kavak

kullanılmaktadır. Pazar alanı olarak hem yurt içi piyasaya hem de yurt dışı pazara üretim yapılmaktadır. Firma yurt dışına ortalama 20 ülkeye ihracat yapılmaktadır. Ağırlıklı olarak Avrupa ülkeleri, İran, Irak ve Sudan'a ihracat yapmaktadırlar.

Divapan sektöründe ISO 9001 Kalite Güvence Sistem Belgesini alan ilk firmadır. Divapan uluslararası "OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği" ile "SA 8000 Sosyal Sorumluluk Standardı" belgesi alan Türkiye'de ilk ve tek, dünyada da 52. firma olma özelliğini taşımaktadır. Aldığı belgeler ile üretimin tüm aşamaları verimlilik açısından kontrol altında tutulabilmektedir. Türkiye'nin "ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi" belgesine sahip 32. firması olan Divapan çevreye gösterdiği hassasiyetin en üst düzeyde olduğunu belgelemiştir.

MDF üretiminde iş akışı Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. MDF üretimi iş akışı

İki işletmenin iş akışlarında temel farklılara bakıldığında sıcak pres olarak SFC Siempelkamp Continue presi kullanırken Divapan 8 katlı presi kullanmaktadır. Ayrıca SFC'de sıcak preslemeden sonra levhalar hemen ebatlanırken Divapan'da levhalar önce yıldız soğutucuda klimatize edilmektedir.

İki müessesede kullanılan pres sistemleri farklıdır. Bu farklılık bir vardiyada üretilen 18 mm MDF plaka sayılarının farklı olmasına neden olmaktadır. SFC pres olarak Siempelkamp Continue Presi kullanırken Divapan 8 katlı presi kullanmaktadır. Preslere göre SFC bir vardiyada ortalama 1200 plaka üretmekte buna karşılık olarak da Divapan bir vardiyada ortalama 1250 adet plaka üretmektedir.

SFC'de kullanılan sürekli sıcak pres tekniğinde; levha taslağı ön presten (soğuk pres) sonra sadece kenarlarındaki fazlalıklar sabit daire testerelerle alınır. Levha taslağı sıcak çelik iki bant arasında sıkıştırılıp üst üste konumlandırılmış kızgın yağ ile ısıtılan metal levhalar arasından geçirilerek pres uygulanmaktadır.

Sürekli sıcak presten sonsuz boyda çıkan levha yan alma, boy kesme işlemlerine tabi tutulur. Ön pres sonrası toleranslı yanları kesilen taslak, sıcak pres sonrası yanlarda genişleme gerçekleştiğinden tekrar sabit daire testerelerle yanları alındıktan sonra diyogonal hareket eden daire testerelerle istenilen boyda kesilebilmektedir. Yan alma-boy kesme işleminden sonra klimatisasyon işlemine geçilir.

Kullanılan sıcak pres yalnızca teknik olarak, kumanda odasında bulunan bilgisayarlara girilen veriler yardımıyla çalıştırılmaktadır. Girilen teknik verilerin varlığı ile presten bozuk parça çıkma ve üretimdeki kayıpların önlenmesi sağlanır.

Divapan'da kullanılan 8 katlı sıcak preste de keçe kenarları pres boyutlarına kadar boyutlandırılmakta ve yükleme asansörlerine yüklenmektedir. Bu asansörler yardımı ile sıcak prese yüklenen levhalar preslendikten sonra boşaltma asansörlerine itilmektedirler. Bu pres sisteminde de ısıtma kızgın yağ ile yapılmaktadır. Pres plakaları levha taslağını istenen sıcaklığa kadar ısıtarak tutkalın sertleşmesini ve taslağın istenen sıcaklığa kadar sıkıştırılmasını sağlamaktadır. Presin açılıp, kapanma ve presleme süresi uygulanan pres sıcaklığına, pres basıncına ve levha kalınlığına göre değişmektedir. Divapan'da 18 mm kalınlıkta levha üretiminde presleme için geçen toplam zaman 320 saniyedir.

2.2. Yöntem

SFC Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de MDF üretim hattı için her vardiyada, üretim esnasında rasgele zamanlarda olmak üzere 50cmX210cm boyutunda sonsuz banttan MDF levhası alınmakta ve bu MDF levhası 10cmX10cm kare kesitli deney örneklerine ayrılmaktadır. Bu ayırım esnasında yapılan kesişte karşılıklı kenarlar paralel, komşu kenarlar dik ve kenarlar düzgün olacak şekilde bir kesiş yapılmaktadır. Deneyden önce deney numuneleri kondisyonlanmaktadır. Yoğunluk için 10cmX10cm'lik deney numunesinin ağırlığı 0,1 g hassasiyetle ölçülmekte ve hacimde 0,1 cm³ hassasiyetle ölçülerek, yoğunluk = ağırlık/hacim eşitliği yardımı ile tespit edilmektedir.

Fiziksel ve mekanik testler için numune almada TS 64 standardına uyulmaktadır. Eğilme direncinin ölçülmesi için deney örneği; genişliği ortalama 75 mm, uzunluğu ise anma kalınlığının 25 katı + 50 mm olacak şekilde alınmaktadır. Universal test cihazı yardımıyla eğilme değerleri tespit edilmektedir.

Çekme direnci 18mmx50mmx50mm boyutlarında deney örneklerinin levha yüzeylerine dik olarak yapılmaktadır. Bu örnekler tutkal yardımı ile ortalama 25 mm kalınlığındaki deney örneği ile aynı alana sahip yardımcı masif ağaç malzemeye tutturulmakta ve bu masif ağaçlar yardımıyla üniversal test cihazı ile ölçümler yapılmaktadır.

MDF üretiminde fiziksel ve mekanik testler için TS 64-5'de yer alan eğilme direnci, levha yüzeyine dik çekme direnci, 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme oranı için standart değerleri ve testler için deney metotları standartları Tablo 6'da gösterilmiştir [95].

Tablo 6. Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhaların Özellikleri (MDF tipi)

Özellik	Deney metodu	Birimi	Kalınlık (mm)								
			1,8-2,5	2,5-4	4 - 6	6 - 9	9 - 12	12-19	19-30	30-45	45<
Kalınlığına şişme 24h	EN 317	%	45	35	30	17	15	12	10	8	6
Yüzeye dik çekme dayanımı	EN 319	N/mm ²	0,65	0,65	0,65	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50
Eğilme Dayanımı	EN 310	N/mm ²	23	23	23	23	22	20	18	17	15
Eğilme Elastikiyet Modülü	EN 310	N/mm ²	-	-	2700	2700	2500	2200	2100	1900	1700

Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen laboratuvar sonuçları bulgular kısmında verilmiştir. Bu sonuçlar yardımı ile SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, yoğunluk ve 24 saat suda beklemeye şişme oranı değerlerine ait kontrol grafikleri hazırlanmıştır. Bu grafikler hazırlanırken kullanılan bu değerler TS 64 standardında belirtildiği gibi olması istenmektedir. Bu nedenle her iki müessesede de TS 64'e uygun olarak üretimin yapılması için gerekli şartlar sağlanmakta ve ürünlerde bu standarda uygun olarak üretilmektedir. Bu standart değerleri baz alınarak elde edilen ölçüm değerleri karşılaştırılmış ve Tablo 7'deki formüller kullanılarak kontrol grafikleri değerleri hesaplanmış ve excel ile grafiklerin oluşturulması yapılmış, kontrol edilmesi gereken parti hacimleri yani örneklem büyüklüğü (39) numaralı formül yardımıyla hesaplanmıştır. Bulunan örneklem sayısını temsil edecek kadar örneklem rasgele olarak alınmış ve %100 muayeneden geçirildikten sonra kusurlu ürün sayıları belirlenmiştir. Tek Örneklem Planı hazırlanarak çalışma karakteristiği, çıkan ortalama karakteristik, ortalama toplam muayene sayısı eğrileri oluşturulmaya çalışılmıştır.

Örnek hacmi hesaplanırken bir vardiyada üretilen ürün miktarı bizim için evreni oluşturmaktadır. %12 hata payı ve %90 güven düzeyi için örnek büyüklüğü;

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{N \cdot D^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q} \quad [96] \quad (39)$$

formülünden yararlanılarak belirlenmektedir. Burada;

n : Örnek büyüklüğü, Z^2 : Güven katsayısı (% 90'lık güven katsayısı 1,64 alınmıştır), P : Ölçmek istediğimiz özelliğin evrende bulunma ihtimali (Çalışmamızın çok amaçlı olmasından dolayı bu oran % 50 alınmıştır), Q : 1-P ve D : Kabul edilen örneklem hatası (% 12 alınacaktır).

Kontrol grafikleri hazırlanırken Tablo 4'deki formüllerden yararlanılmıştır. Bu formüllere ait katsayı değerleri Ek 2'de Kontrol Diyagramı Katsayıları Tablosunda verilmiştir.

Tek örneklem planı oluşturulurken evren içinden tesadüfi olarak 45 birimlik bir adet MDF partisi ayrı ayrı %100 muayene edilmiş ve örnek içerisindeki kusurlu parça sayıları (d_1) bulunmuştur. Bulunan bu kusurlu parça sayısı; kabul sayısı olan "1" ile kıyaslanmış ve küçük veya eşitse parti kabul edilmiş, tam tersi durumda reddedilmiştir.

Çalışma karakteristiği, çıkan ortalama karakteristik, ortalama toplam muayene sayısı eğrilerinin oluşturulmasında temelde 4 farklı yolla hesaplama yapılabilmektedir ancak bu dört yolla da yapılan hesaplamalardan çıkan sonuçlar çok az bir fark ile yaklaşık olarak aynı olmaktadır. Bu hesaplamalar; hipergeometrik ihtimal dağılımlarına göre hesaplama, binom ihtimal dağılımına göre hesaplama, normal dağılıma göre hesaplama ve poisson ihtimal dağılımına göre hesaplama şeklindedir. Hesaplamalar için kullanılan yöntemlere tek tek bakılmış ve poisson ihtimal dağılımına göre bulunan sonuçlar yardımıyla da grafikler çizilmiştir.

Tablo 7. Değişkenler (\bar{X} , R , σ_x , x) için kontrol grafikerinin çiziminde kullanılan formüller

İSTATİSTİK ÖLÇÜTLER	STANDARTLARA GÖRE		GEÇMİŞ KAYITLARA GÖRE	
	OÇ	AKL ve ÜKL	OÇ	AKL ve ÜKL
Ortalama ($\bar{X} = \mu$)	$\bar{x} = \mu$	$\bar{x} \pm A\sigma'_x$ veya $\mu \pm 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	\bar{x}	$\bar{x} \pm A_2 \bar{R}$ veya $\bar{x} \pm A_1 \bar{\sigma}_x$
Dağılım Aralığı (R)	$d_2 \sigma'_x$	$D_1 \sigma'_x ; D_2 \sigma'_x$	\bar{R}	$D_3 \bar{R} ; D_4 \bar{R}$
Standart Sapma (σ_x)	$c_2 \sigma'_x$	$B_1 \sigma'_x ; B_2 \sigma'_x$	$\bar{\sigma}_x$	$B_3 \bar{\sigma}_x ; B_4 \bar{\sigma}_x$
Değişken (X)	\bar{x}'	$\bar{x}' \pm 3\sigma'_x$	\bar{x}	$\bar{x} \pm 3\bar{R}/d_2$ veya $\bar{x} \pm 3\bar{\sigma}_x/c_2$

3. BULGULAR

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de MDF üretim hattında ortalama 23 saniyede bir MDF plakası (18mmX210cmX280cm) üretilmektedir. Presin ortalama hızı 120 mm/sn'dir. Bir vardiyada ortalama olarak 1200 adet levha üretilmektedir. Her vardiyada üretim sırasında sonsuz banttın bir defa olmak üzere 50cmX210cm'lik bir kesit alınarak bu kesitte 10cmX10cm boyutunda 20 adet numune eğilme, çekme, yoğunluk, 24 saat suda kalınlığına şişme, kalınlık değerleri laboratuvar şartlarında ölçülmektedir. Ölçümler için alınan toplam 20 adet numuneden yararlanılmaktadır. Ölçümler için her gündüz vardiyasında 1 defa olmak üzere 100 günlük ölçüm değerlerinden yararlanılmıştır. Ölçümler sonucunda elde edilen değerler Tablo 8'deki gibi bulunmuştur.

Tablo 8. SFC 18 mm MDF Üretiminde Test Sonuçları

Numune No	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Eğilme (N/mm ²)	Çekme (N/mm ²)	Kalınlığına Şişme (%)
1	17,98	716	28	0,51	9,5
2	17,97	779	38	0,75	11
3	17,99	738	25,7	0,57	12
4	17,99	751	28,4	0,57	10,8
5	17,98	746	27,7	0,6	11,2
6	17,98	771	31,7	0,62	9
7	18	743	30,2	0,55	12
8	18,02	737	30,5	0,55	13,5
9	18,02	738	27,6	0,55	18
10	17,98	725	26,3	0,57	10,6
11	18,01	733	31	0,63	12
12	18	741	26,8	0,54	11,6
13	18	725	26,3	0,6	11,1
14	17,99	733	26,5	0,53	13,4
15	17,99	751	31,5	0,62	11
16	18,01	755	28,5	0,64	4,4
17	17,99	761	34,3	0,65	18
18	18,01	766	32,4	0,67	6
19	18,03	747	29,6	0,64	11
20	17,98	749	26,5	0,61	10
21	18	746	27	0,61	12
22	18	743	28,6	0,62	9,55
23	18,01	725	26	0,56	10
24	17,97	737	29,2	0,56	6,7

Tablo 8'in devamı

Numune No	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Eğilme (N/mm ²)	Çekme (N/mm ²)	Kalınlığına Şişme (%)
25	18,01	740	32,3	0,73	9
26	18	723	30,9	0,71	9,81
27	18	755	35,1	0,74	3,47
28	17,98	743	34,3	0,77	9
29	18,01	737	37,7	0,68	7,9
30	17,96	762	30,9	0,93	6,7
31	17,99	770	42,5	0,96	5,5
32	18	730	32,8	0,84	5,6
33	17,98	721	32,5	0,71	7,3
34	18,01	705	34	0,63	4,9
35	17,98	705	27	0,6	7,9
36	18,56	679	20,8	0,77	9,4
37	18	700	27,9	0,62	9
38	17,98	713	28,7	0,69	6,64
39	18,01	737	32,5	0,77	3,5
40	17,94	701	31,6	0,73	7,9
41	17,95	704	24,7	0,6	18
42	18,05	780	38,5	0,85	3,4
43	17,95	736	28,4	0,64	4,4
44	18	728	28,8	0,65	5
45	17,95	722	31,7	0,95	14,2
46	18,01	730	26,8	0,6	6,1
47	18,01	717	32,2	0,59	9
48	17,99	727	26,6	0,62	8
49	18,03	711	28,2	0,67	10,28
50	18,02	717	27,8	0,6	6,7
51	17,96	743	27,5	0,62	6,7
52	18,05	755	28,4	0,57	11,2
53	18	750	31,1	0,73	7,6
54	18,04	759	33,4	0,62	10,8
55	18,01	702	28,1	0,66	15
56	17,96	702	27	0,82	12
57	18	724	30,7	0,73	5,5
58	18	767	29,2	0,74	6,7
59	18,01	743	32,8	0,77	9,85
60	17,98	721	30,3	0,65	11,6
61	17,98	718	33	0,69	9,3
62	18,02	702	28,6	0,54	5
63	18,03	709	27,7	0,53	6,2
64	18	707	26,8	0,6	4,4
65	17,98	708	27,3	0,55	6,9
66	18	681	23,4	0,54	4,4
67	18	695	25,9	0,57	5,6
68	17,98	662	28	0,63	5,6
69	18	662	27,9	0,58	4,4
70	17,99	650	24,5	0,55	3,9
71	17,96	657	24,7	0,54	5

Tablo 8'in devamı.

Numune No	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Eğilme (N/mm ²)	Çekme (N/mm ²)	Kalınlığına Şişme (%)
72	17,96	652	28,4	0,53	6,5
73	17,96	699	24,1	0,57	5,5
74	17,99	707	26,8	0,6	4,4
75	17,94	689	29,2	0,5	6,6
76	17,94	690	26,6	0,5	4,9
77	18,05	720	29,3	0,5	12,4
78	18,01	691	28,6	0,54	6,1
79	17,95	708	23,6	0,53	4,4
80	18,01	718	29	0,55	11,7
81	18	724	30,7	0,73	5,5
82	18	712	27,4	0,59	17,9
83	17,95	762	29,2	0,74	6,7
84	18	702	27	0,82	6,1
85	18	711	29,9	0,56	13,5
86	18	717	34	0,63	4,9
87	18	767	30,7	0,74	6,7
88	18	684	20,2	0,52	6,1
89	18	730	26,8	0,6	6,1
90	18	717	27,8	0,6	14,9
91	18	711	27,8	0,67	10,28
92	17,99	758	27,2	0,78	11
93	18	709	27,7	0,53	6,2
94	17,98	716	33	0,69	9,3
95	18	720	29,3	0,69	4,4
96	18	717	28,5	0,59	3,3
97	18	708	28,6	0,66	11,7
98	18	708	27,5	0,56	5
99	18	707	27,5	0,65	11,2
100	18	775	37,1	0,91	8,9
Toplam		72395	2923,30	64,28	852,78
Ortalama		723,95	29,23	0,64	8,53
Standart Sapma		27,93	3,57	0,10	3,55

Düzce Divapan Entegre Ağaç ve Panel Sanayi A.Ş.'de MDF üretim hattında sıcak presleme 8 katlı pres ile yapılmaktadır. Çalışılan MDF 18mmX210cmX280cm'dir. 8 katlı presin bir seferde yüklenmesi ve boşaltılması dahil toplam presleme süresi ortalama olarak 320 saniyedir. Her presleme esnasında 8 X 2 = 16 adet levha elde edilmektedir. Bir vardiyada (1200-1300 plaka) ortalama olarak 1250 adet MDF levhası üretilebilmektedir. Her vardiyada test amaçlı olarak 1 kontrol numunesi alınmaktadır. Bazen kontrol numunesi 3-4 tanede alınabilmektedir. Alınan kontrol numuneleri laboratuarda standartlara uygun olarak test edilmekte ve elde edilen değerler kayıt edilmektedir.

Düzce Divapan Entegre Ağaç ve Panel Sanayi A.Ş.'de üretilen MDF'lere ait yapılan ölçümler sonucunda elde edilen kalınlık, yoğunluk, eğilme, çekme ve 24 saat suda bekletme ve şişme değerlerine ait veriler Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Divapan'da üretilen 18 mm MDF için laboratuvar test sonuçları

Numune No	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Eğilme	Çekme	Kalınlığına Şişme (%)
1	18,02	738,59	328,90	6,34	13,47
2	18,01	749,31	282,15	6,30	9,31
3	18,03	745,52	314,07	6,52	9,95
4	18,04	732,18	315,60	6,30	9,33
5	18	745	350,55	6,20	8,46
6	18,05	720,44	315,66	6,63	8,36
7	08,03	726,92	322,52	6,42	14,84
8	18,04	730,83	292,42	6,41	9,99
9	18,01	740,82	323	6,26	9,40
10	18	755,09	349,30	6,30	8,26
11	18,01	743,02	391,41	6	11
12	18,03	743,28	338,89	6,74	11,64
13	18,04	720,85	333,53	6,13	8,86
14	18	736,48	386,83	6,17	10,45
15	18,1	757,95	385,45	5,92	10,39
16	18,03	741,67	374,93	6,07	9,09
17	18,05	734,68	260,71	5,73	7,89
18	18,02	756,09	323,70	5,62	10,61
19	18,02	749,06	360,57	6,67	10,01
20	18	741,46	330,16	6,43	9,14
21	18	746,33	376,88	7,60	7,09
22	18,01	742	335,22	6,27	8,68
23	17,99	743,51	349,68	5,95	9,76
24	17,98	725,7	337,05	6,30	6,24
25	18,03	747,42	343,17	6,59	10,79
26	18	740,18	366,46	6,29	11,43
27	17,99	770,61	372,94	6,76	7,11
28	18,04	737,70	369,29	5,91	9,13
29	17,98	754,31	379,61	8,27	7,85
30	17,99	731,07	330,84	6,14	11,20
31	18,03	749,39	334,98	6,47	9,95
32	18	752,67	375,51	6,83	8,8
33	18,02	749,06	372,13	6,34	9,81
34	18,03	740,42	365,81	6,17	7,85
35	18,05	741,90	340,52	5,73	11,05
36	18	721	307,36	6,37	7,56
37	18	741,14	291,34	5,82	8,56
38	18	755,51	352,7	6,57	7,94
39	18	735,07	318,43	6,55	7,48
40	18,04	733,24	347,73	6,10	8,65
41	18,06	748,67	381,46	6,63	7,87
42	18,56	735,28	309	6,38	5,52
43	18,08	731,67	324,78	6,27	6,80
44	18	733,19	381,78	5,81	10,18
45	18,02	739	320,46	6,36	6,28

Tablo 9'un devamı

Numune No	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Eğilme	Çekme	Kalınlığına Şişme (%)
46	18	742,24	301,76	6,97	7,43
47	18	751,44	350,48	6,09	7,62
48	18,01	744,42	290,22	6,81	6,16
49	18,04	722,25	269,23	8,16	5,85
50	18	729,22	370,30	6,11	6,14
51	18	724,55	339,82	5,66	9,32
52	18	738,21	377,83	5,93	9,66
53	17,95	760,19	330,95	6,37	8,10
54	17,96	758,76	367,60	6,33	5,9
55	17,99	730,65	318,55	6,75	6,28
56	18	745,88	284,7	6,41	5,43
57	17,99	751,38	353,44	6,42	10,07
58	18,02	727,84	300,75	6,15	6,24
59	18,02	745,22	346,93	6	7,50
60	18,05	745,45	251,85	5,86	4,73
61	18	737,23	297,94	6,63	5,82
62	18	744,56	298,13	6,53	5,86
63	18	743,63	338,07	5,93	4,99
64	18	729,76	313,73	6,58	6,88
65	18,02	732,29	302,49	5,93	6,97
66	18,04	737,50	323,31	6,26	9,28
67	18	743,37	263,40	6,42	6,02
68	17,95	768,89	366,66	6,77	9,45
69	18	738,83	345,11	6,77	6,37
70	18	742,08	385,66	6,31	6,35
71	17,99	748,88	336,82	6,30	7,82
72	17,96	751,45	351,37	7,88	8,37
73	17,98	751,40	342,42	6,17	5,95
74	17,99	761,69	407,35	7,20	8,09
75	18	732,11	322,06	6,40	7,59
76	18	732,20	346,93	6	7,50
77	17,99	753,19	372,48	6,13	6,69
78	18	736,94	329,24	5,90	7,17
79	18	745,90	347,24	6,36	8,29
80	18	745,05	337,08	6,22	7,63
81	17,98	743,03	326,56	6,85	8,24
82	17,96	738,54	378,51	6,53	8,40
83	18	751,51	436,74	6,73	9,12
84	18	741,16	423,37	6,77	8,83
85	18,02	743,63	344,18	8,01	5,65
86	18,03	740,76	434,60	7,09	7,62
87	18	725,49	311,15	6,92	9,15
88	18	739,59	340,15	6,71	6,84
89	18	732,84	289,68	6,66	8,86
90	17,96	733,03	326,56	5,98	7,76
91	17,95	757,43	360,40	6,59	7,04
92	17,99	734,05	337,08	5,84	7,63
93	18	730,71	286,70	6,24	8,12
94	18	745,58	320,93	6,43	8,26
95	18	745,25	352,70	6,57	7,94
96	18	738,54	378,51	5,88	10,77
97	17,96	737,65	304,41	6,91	8,69

Tablo 9'un devamı

Numune No	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Eğilme	Çekme	Kalınlığına Şişme (%)
98	18	735,87	363,71	6,34	10,34
99	17,98	746,29	366,37	7,81	8,87
100	17,99	736,25	357,20	5,93	9,86
Toplam		74147,13	33986,89	643,14	831,54
Ortalama		741,4713	339,8689	6,4314	8,3154
Standart Sapma		10,067	35,720	0,512	1,802

3.1. SFC için Kontrol Grafiği ve Karakteristik Eğri Hesaplamalarının Yapılması

3.1.1. SFC'de Kontrol Grafiklerinin Oluşturulması

Bu verilerden yararlanarak SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ne ait 18mmX210cmX280cm ölçülerindeki MDF'lere ait yoğunluk, eğilme direnci, çekme direnci ve 24 saat suda şişme değerlerine ait kontrol grafikleri hazırlanmıştır. Bu grafikler hazırlanırken kullanılacak bu değerler TS 64 standardında belirtildiği gibi olması istenmektedir. SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. TS 64'e uygun olarak üretimin yapılması için gerekli şartlar sağlanmakta ve ürünlerde bu standarda uygun olarak yapılmaktadır. Bu standart değerleri baz alınarak elde edilen ölçüm değerleri kullanılarak gerekli hesaplamalarla kontrol grafikleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Bu hesaplama ile elde edilen Üst Kontrol Limiti (ÜKL), Alt Kontrol Limiti (AKL) ve Merkez Çizgisi (MÇ) değerlerine göre üretim esnasında meydana gelebilecek limit dışına çıkma olaylarında derhal üretime müdahale edilmelidir. Eğer üretim bu sınırlar arasında kalıyorsa üretim düzgün olarak yapılmaktadır denilebilmektedir. Üretimin bu belirlenen sınırlar içinde kalması demek bozuk parça oranının, kusurlu parça oranının, ıskartanın, standart dışı ürünün ve benzerlerinin en az seviyede gerçekleştiğini göstermektedir.

Burada bulduğumuz kontrol sınırları aslında istatistiki güven sınırlarıdır. Evrenin parametreleri belli olmadığından geçmiş verilerden yararlanarak "k" sayıdaki ardışık ölçümde elde edilen "p" değerlerinin aritmetik ortalaması olan " \bar{p} " değeri yardımıyla MÇ, ÜKL ve AKL'ni her bir fiziksel değer için ayrı ayrı şu şekilde belirleyebiliriz.

$$\ddot{ÜKL}_{\text{yoğunluk}} = \bar{x}' + 3\sigma'_x = 723,95 + 3 \times (27,93) = \mathbf{807,74}$$

$$MÇ_{\text{yoğunluk}} = \bar{p} = \frac{\sum \bar{p}}{k} = \frac{72395,0}{100} = \mathbf{723,95} \quad \text{ve standart sapması} = \mathbf{27,93}$$

$$AKL_{\text{yoğunluk}} = \bar{x}' - 3\sigma'_x = 723,95 - 3 \times (27,93) = \mathbf{640,16}$$

$$\ddot{ÜKL}_{\text{eğilme}} = \bar{x}' + 3\sigma'_x = 29,23 + 3 \times (3,57) = \mathbf{39,94}$$

$$MÇ_{\text{eğilme}} = \bar{p} = \frac{\sum \bar{p}}{k} = \frac{2923,30}{100} = \mathbf{29,23} \quad \text{ve standart sapması} = \mathbf{3,57}$$

$$AKL_{\text{eğilme}} = \bar{x}' - 3\sigma'_x = 29,23 - 3 \times (3,57) = \mathbf{18,52}$$

$$\ddot{ÜKL}_{\text{çekme}} = \bar{x}' + 3\sigma'_x = 0,64 + 3 \times (0,10) = \mathbf{0,94}$$

$$MÇ_{\text{çekme}} = \bar{p} = \frac{\sum \bar{p}}{k} = \frac{64,28}{100} = \mathbf{0,64} \quad \text{ve standart sapması} = \mathbf{0,10}$$

$$AKL_{\text{çekme}} = \bar{x}' - 3\sigma'_x = 0,64 - 3 \times (0,10) = \mathbf{0,34}$$

$$\ddot{ÜKL}_{\text{şişme}} = \bar{x}' + 3\sigma'_x = 8,53 + 3 \times (3,55) = \mathbf{19,18}$$

$$MÇ_{\text{şişme}} = \bar{p} = \frac{\sum \bar{p}}{k} = \frac{852,78}{100} = \mathbf{8,53} \quad \text{ve standart sapması} = \mathbf{3,55}$$

$$AKL_{\text{şişme}} = \bar{x}' - 3\sigma'_x = 8,53 - 3 \times (3,55) = \mathbf{-2,12} \quad \text{negatif olduğundan "0"}$$

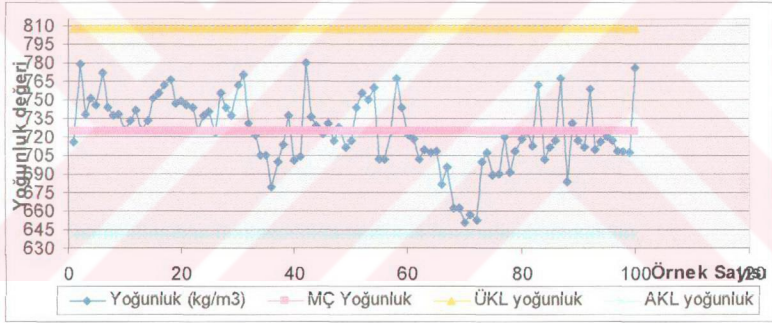
alınmalıdır.

3.1.1.1. SFC Yoğunluk için Hazırlanmış X Kontrol Grafiği

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de yoğunluk için hazırlanmış X kontrol grafiği Şekil 11'de gösterilmiştir.

Yoğunluk için hazırlanan X kontrol grafiğinin incelenmesi ile SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin ürettiği MDF levhaları için standartlara uyan ve hesaplanan kontrol limitleri arasında kalan bir üretimin yapıldığı bulunmuştur. Grafik incelendiğinde ağırlık olarak merkez çizgisine yakın veya simetrik bir dağılımın olduğu görülebilir.

Grafikten anlaşıldığı üzere, ölçülen yoğunluk değerleri, kontrol sınırları arasında kalacak şekilde uzayıp gitmektedir. Buda bize üretim prosesinin kontrol altında olduğunu ve ekstrem bir durum olmadığı taktirde herhangi bir müdahaleye gerek olmadığını göstermektedir.



Şekil 11. SFC'de yoğunluk değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği

Grafikteki değişimlerin sistematik bir değişim olmadığı görülmektedir. Buda üretimde sistematik bir hatanın olmadığını göstermektedir. Yine grafikte kontrol sınırları içinde kalan tüm noktaların varlığı sistematik bir eğilim olmadığını, bazılarının merkez çizgisi üstünde bazılarının ise merkez çizgisinin altında olması da sistematik bir eğilimin olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak prosesin kontrol dışına çıkmadığı söylenebilir.

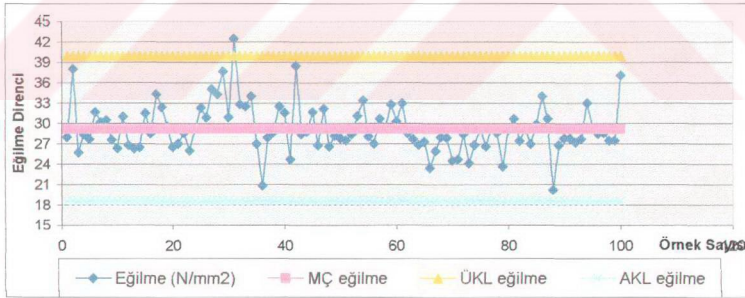
Grafikte 60-80. örnekler arasında merkez çizgisinden AKL'ne doğru bir kaymanın olduğu görülse de normalden fazla sapmanın oluşmadığı ve procese müdahale ile sorunsuz üretimin devam ettiğini söyleyebiliriz.

Yoğunluk için oluşturulan bu X kontrol grafiklerinde görüldüğü üzere değerlerin sürekli olarak kontrol limitleri arasında kalması demek; Yoğunluk = Ağırlık/Hacim eşitliğinin her zaman orantılı olacak bir biçimde sabit tutulabildiğini gösterir. Bunun anlamı da üretimde kullanılan hammaddenin her zaman aynı kalitede sağlanabildiğini, aynı kalitede liflendirilebildiğini ve üretim esnasında uygulanan pres basıncı ve pres sıcaklığının MDF üretiminde her zaman aynı sağlanabildiğini göstermektedir.

Bu veriler ışığında SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin yoğunluk kriteri için hazırladığımız bu X kontrol grafiği limitleri ile her vardiyada yapılan ölçümlerin değerleri karşılaştırılabilir ve yapılacak kıyaslamalarla da üretime müdahale yapıp yapılmayacağı kararı verilebilir. Eğer üretimde elde edilen ürüne ait yapılan yoğunluk ölçüm değeri kontrol limitleri dışına çıkmışsa hata nedeni araştırılmalı ve derhal düzeltici önlemler alınmalıdır. Bulunan bu kontrol limitleri SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. için uyarı noktalarının ne olduğunu göstermektedir.

3.1.1.2 SFC'de Eğilme Direnci için X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de eğilme direnci için hazırlanmış X kontrol grafiği Şekil 12'de gösterilmiştir.



Şekil 12. SFC için eğilme direnç değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği

Eğilme direnç değerleri için hazırlanan X kontrol grafiğinin incelenmesi ile SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin ürettiği MDF levhaları için eğilme dirençlerinde bir değer kontrol limitleri dışına çıkmış olduğu görülmektedir. Üretim

esnasında yapılan müdahale ile hata ortadan kaldırılmış ve üretimin kontrol limitleri arasında kalması sağlanmıştır.

Aslında kontrol grafiğine bakıldığında neredeyse tüm verilerin merkez çizgisi etrafında toplandığı söylenebilir. 31 numaralı örnek göz önüne alınmazsa geriye kalan değerlere bakarak eğilme direnci için SFC standartlara uygun bir üretim yapmaktadır denilebilir.

30-42 arasındaki örneklerden elde edilen eğilme direnç değerlerinde limit değerleri arasında bir oynamanın olduğu görülmektedir. Bu oynamanın nedeninin ne olduğunun araştırılması gerekmektedir. Ancak daha sonraki verilerde bu tür bir kaymanın olmaması da sorunun ortadan kalktığını göstermektedir.

30-42 arasındaki örneklerde görülen eğilme direnç değerlerindeki değişimin sebebi olarak; kullanılan tutkal oranı, kullanılan lifin yapısı, serme, uygulanan pres basıncı ve pres sıcaklığı, kullanılan hammaddenin kalitesindeki değişim, liflendirme kalitesinin bozulması sayılabilir. Ancak burada meydana gelen değişimlere rağmen sadece bir değer kontrol limitleri dışına çıkması ve daha sonraki üretimlerden elde edilen direnç değerleri standartlara uygun olarak kontrol limitleri arasında bir üretimin yapılması bu limit dışında çıkan değer göz ardı edilebileceğini göstermektedir.

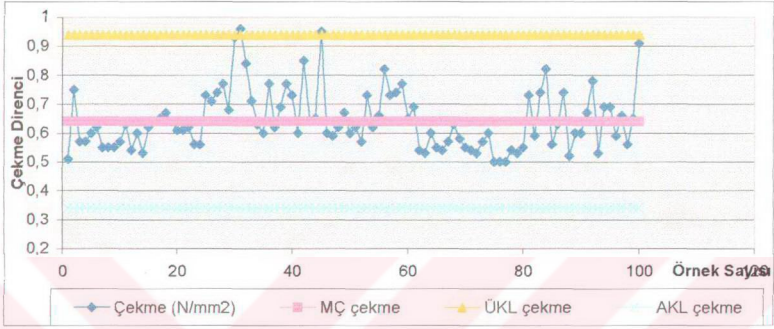
SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de eğilme direnç değerleri için hazırlanan bu kontrol grafiği limitleri ile her vardiyada üretilen ve kontrol edilen MDF levhaları için yapılan ölçümlerin değerleri karşılaştırılabilir. Yapılacak karşılaştırma ile üretime müdahale edilip edilmeyeceği kararı verilebilir. Eğilme direnç değerleri için hazırlanan bu X kontrol grafiği limitleri SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. için uyarı noktalarının ÜKL için 39,94, MÇ için 29,23 ve AKL için de 18,52 olduğunu göstermektedir.

3.1.1.3 SFC'de Yüzeye Dik Çekme Direnç Değerleri için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de yüzeye dik çekme direnç değerleri için hazırlanmış X kontrol grafiği Şekil 13'de gösterilmiştir.

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de yüzeye dik yönde çekme direnç değerleri için hazırlanan X kontrol grafiği incelendiğinde üretimden elde edilmiş değerlerden birkaç tanesinin kontrol limitleri dışında kaldığı görülmektedir. Ağırlıklı

olarak verilerin merkez çizgisi etrafında olmasına karşın iki değer üst kontrol limiti dışına çıkmıştır. Alt kontrol limiti dışında bir değer olmaması yüzeye dik çekme direnç değeri için üretimin standartlara göre yapıldığını göstermektedir.



Şekil 13. SFC'de yüzeye dik çekme direnç değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği

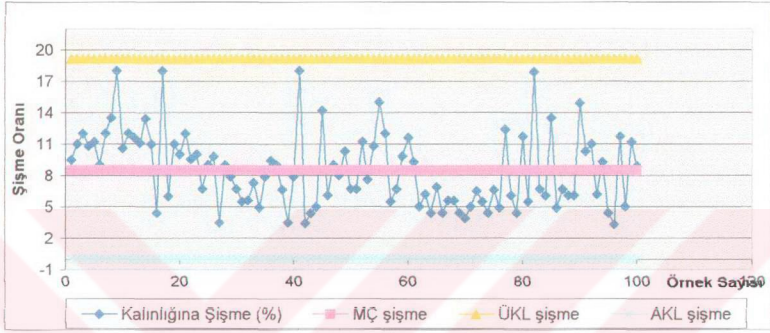
Eğilme direnç değerlerinde de olduğu gibi yüzeye dik çekme direnç değerlerinde de 30-42 arasındaki örneklerde kontrol limitleri arasında bir oynama olmakta ve iki değer üst kontrol limiti dışına çıkmaktadır. Bunun sebebi bulunmalıdır. Her iki değerinde aynı örnekler etrafında üst kontrol limitlerini aşan değer içermesi ölçümün yapıldığı esnadaki üretim şartlarının ne olduğunun tespiti ile daha sonraki üretimlerde bu üretim şartlarının ortaya çıkarılmaması gerekmektedir.

Elde edilen bu kontrol limitleri ele alınarak SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilen MDF levhalarının yüzeye dik çekme direnç değerlerinde ileriki üretimlerde kontrol limitleri dışında bir üretimin yapılması halinde o andaki üretim faktörleri ile bir daha üretimin yapılmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilen MDF levhalarında alınan yüzeye dik çekme direnç değerlerine göre hazırlanmış olan bu X kontrol grafiği SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. için yüzeye dik çekme direncinde kontrol limitlerinin ne olduğunu göstermektedir. Üretim yapılırken kullanılacak karşılaştırma limitleri bu grafikten yararlanılarak ÜKL 0,94, MÇ 0,64 ve AKL 0,34 olarak bulunabilir.

3.1.1.4 SFC'de 24 Saat Suda Bekletme ile Kalınlığına Şişme Oranları için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A. Ş.'de 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme oranları için hazırlanmış X kontrol grafiği Şekil 14'de gösterilmiştir.



Şekil 14. SFC için 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme oranlarına göre hazırlanmış X kontrol grafiği

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilen 18 mm MDF'ler için laboratuarda yapılan testlerle elde edilen değerlerle hazırlanan 24 saat suda bekletme ile şişme oranı sonuçlarına göre hazırlanmış X kontrol grafiğine göre SFC için ÜKL 19,18, MÇ 8,53 ve AKL -2,12 olarak bulunmuştur. Burada AKL'nin sıfırın altında negatif değer içerdiği görülmektedir. Bu nedenle AKL olarak 0 değeri kullanılmalıdır.

Elde edilen X kontrol grafiği incelendiğinde aşında değerlerin ağırlıklı olarak merkez çizgisi etrafında toplandığı üretimin standartlara göre yapıldığını söyleyebiliriz. 24 saat suda bekletme ile şişme için elde edilmiş bu X kontrol grafiğinde 4 değer üst kontrol limitine yakın çıktığı görülse de limitleri aşmadığı tespit edilmiştir.

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. ürettiği 18 mm MDF'lerin 24 saat suda bekletme ile şişme oranı sonuçlarına göre üretimde standartlara uygun bir üretimin yapıldığı söylenebilir. Verilerin belirlenen merkez çizgisi etrafında olması ve herhangi bir eğimli sapmanın olmadığı üretimde bir hatanın olmadığını gösterir.

Bütün veriler göz önüne alındığında SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilen 18 mm MDF'ler için üretimin standartlara uygun olarak yapıldığını

söyleyebiliriz. Üretim esnasında prosesin her zaman kontrol altında tutulduğu ve üretiminde kontrol edilebildiğini söyleyebiliriz.

Elde edilen veriler ışığında üretim esnasında ekstrem bir durum olmaması halinde üretime müdahale edilmesine gerek yoktur.

Grafiklerde görülen azda olsa MÇ'den sapmalar sistematik olarak meydana gelmemektedir. Bu durum üretimin sistematik bir hata içermediğini göstermektedir.

3.1.2 SFC'de Kalınlık için Tek Katlı Kabul Örneklemesi Planının Oluşturulması

Tek katlı kabul örneklemesi planları bütün örneklemesi planlarının temelini oluşturur. Temel olarak tek katlı kabul örneklemesi planında N : Parti hacmini, n : Örnek hacmini ve c: örnekte kabul edilebilecek kusurlu sayısını göstermektedir. Yani 1200 birimlik bir evrenden şansa bağlı olarak rasgele n birimlik bir örnek MDF partisi alınacak ve alınan bu MDF'lerin kalınlık değerleri %100 muayeneden geçirilerek sonuçta MDF partisinden kalınlık için çıkacak olan kusurlu birim sayısı (k), kabul edilebilir kusurlu sayısından (c = 1) küçük veya eşitse parti kabul edilecek, aksi durumlarda ise parti reddedilecektir.

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de n örnek hacmini hesaplayalım.

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{N \cdot D^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

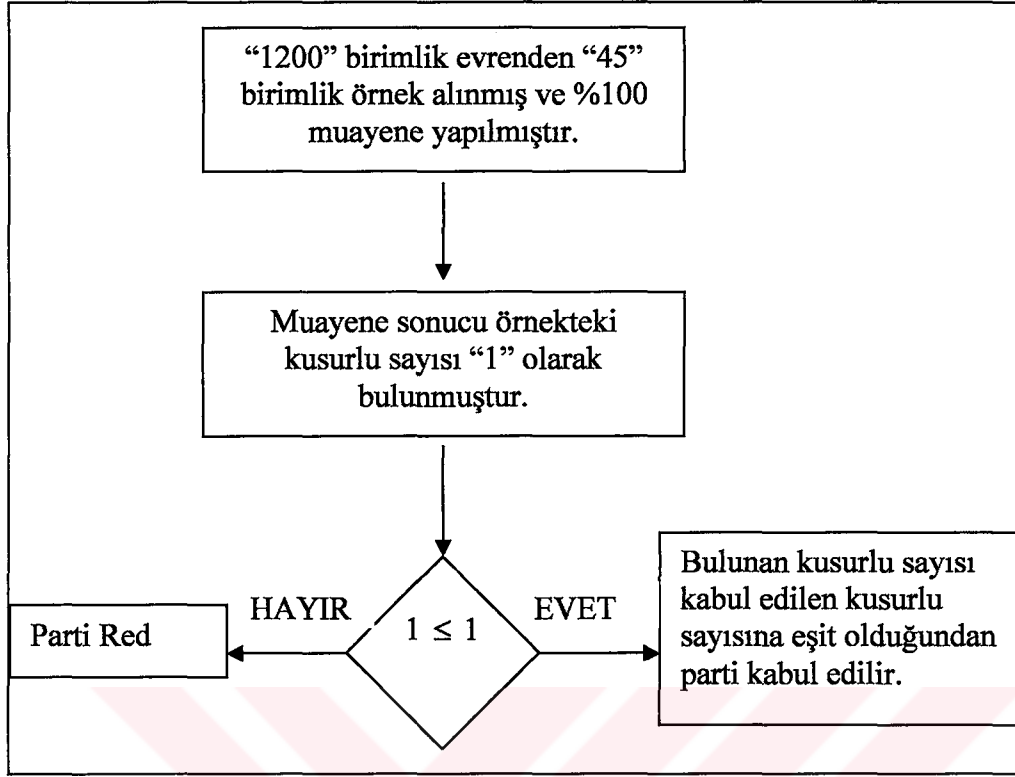
$$= ((1,64)^2 \times 1200 \times 0,50 \times 0,50) / (1200 \times (0,12)^2 + ((1,64)^2 \times 0,50 \times 0,50))$$

$$n = 806,88 / 17,9524$$

$$n = 44,94 \approx 45 \text{ adetlik parti hacmi.}$$

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de rasgele seçilen 45 birimlik bir adet MDF partisi muayene edilmiş ve muayene sonucunda 1 adet ürünün kalınlık değerinin kabul edilemez olduğu bulunmuştur. Yani üretimde kalınlık değerlerinin neredeyse hepsinin de kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu görülmüştür.

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de tek katlı kabul örneklemesinin faaliyet akış şeması Şekil 15'de gösterilmiştir.



Şekil 15. SFC’de tek katlı örnekleme planında akış diyagramı

3.1.3. SFC’de Çalışma Karakteristiği Eğrisinin Oluşturulması

Bir kabul planının sonucunu izlemeye en yararlı yollardan biri çalışma karakteristiği (ÇK) eğrisinin incelenmesidir. Burada ÇK eğrisini hesaplama yollarına bakarak poisson ihtimal dağılımına göre ÇK eğrisini oluşturmaya çalışalım.

ÇK eğrisinin hesaplanmasında kullanılacak n örnek hacmi, tek katlı kabul planının hesaplanmasında bulunduğu gibi 45 birimlik parti olarak alınacaktır.

ÇK eğrisini oluştururken kullanılan 4 yol vardır. Bunlar; hipergeometrik ihtimal dağılımına göre hesaplama, binom ihtimal dağılımına göre hesaplama, normal dağılıma göre hesaplama ve poisson dağılımına göre hesaplama. Bu dört yönteme göre hesaplamaları ayrı ayrı yapalım ve poisson dağılımına göre çıkan sonuçlara göre de ÇK eğrisini çizelim.

Kabul planımızı hazırlamak için levha kalınlığı değerleri için parti hacmimiz bir vardiyada üretilen MDF miktarı olan 1200’dir. Bu partiden hesapladığımız “n = 45 birimlik” örnek büyüklüğü şansa bağlı olarak seçilmiştir. Ve bu parti %100 muayeneden

geçirilmiştir. Muayene sonucu kusurlu sayısı 1 bulunmuştur. ÇK eğrisinin hazırlanması için 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10 kusurlu oranları kullanılarak kabul ihtimalleri bulunmuştur.

Bu kabul ihtimaller hesaplanırken $k \leq c$ durumunda parti kabul edileceği için $P(k \leq 1)$ ihtimalinin hesaplanması gerekmektedir. Bu durumda;

$$P(k \leq 1) = P(k=0) + P(k=1) \text{ olur.} \quad (40)$$

Şimdi bu ihtimal hesabını sırasıyla çözelim.

I. Yol: Hipergeometrik ihtimal dağılımına göre hesaplama:

$$P(x) = \frac{\binom{D}{x} \binom{N-D}{n-x}}{\binom{N}{n}}$$

D: Partideki kusurlu sayısı, x: Örnekteki kusurlu sayısı (k), N: parti hacmi, n: örnek hacmini temsil etmektedir. D = partideki kusurlu sayısını bulmak için parti hacmi ile kusurlu oranı çarpılmalıdır. Yani $N.p = D$ 'dir. Kusurlu oranları 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10 değerlerinin her biri için ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır.

$p = 0,01$ için $D = 1200 \times 0,01 = 12$ 0,01 için $P(k \leq 1) = 0,6308 + 0,2977 = 0,9285$

$$P(k=0) = \frac{\binom{12}{0} \binom{1200-12}{45-0}}{\binom{1200}{45}} = 0,6308 \quad P(k=1) = \frac{\binom{12}{1} \binom{1200-12}{45-1}}{\binom{1200}{45}} = 0,2977$$

$p = 0,01$ kusurlu oranından sonraki kusurlu oranları ile yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan değerler aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$p = 0,02$ için $D = 1200 \times 0,02 = 24$ 0,02 için $P(k \leq 1) = 0,3960 + 0,3778 = 0,7738$

$p = 0,03$ için $D = 1200 \times 0,03 = 36$ 0,03 için $P(k \leq 1) = 0,2474 + 0,3578 = 0,6052$

$p = 0,04$ için $D = 1200 \times 0,04 = 48$ 0,04 için $P(k \leq 1) = 0,1538 + 0,2998 = 0,4536$

$p = 0,05$ için $D = 1200 \times 0,05 = 60$ 0,05 için $P(k \leq 1) = 0,0951 + 0,2343 = 0,3294$

$p = 0,06$ için $D = 1200 \times 0,06 = 72$	$0,06$ için $P(k \leq 1) = 0,0807 + 0,2133 = 0,2940$
$p = 0,07$ için $D = 1200 \times 0,07 = 84$	$0,07$ için $P(k \leq 1) = 0,0358 + 0,1263 = 0,1621$
$p = 0,08$ için $D = 1200 \times 0,08 = 96$	$0,08$ için $P(k \leq 1) = 0,0218 + 0,0888 = 0,1105$
$p = 0,09$ için $D = 1200 \times 0,09 = 108$	$0,09$ için $P(k \leq 1) = 0,0132 + 0,0612 = 0,0744$
$p = 0,10$ için $D = 1200 \times 0,10 = 120$	$0,10$ için $P(k \leq 1) = 0,0079 + 0,0414 = 0,0494$

II. Yol: Binom İhtimal Dağılımına Göre Hesaplama:

$$P(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

Burada; n : örnek hacmini, p : kusurlu oranını ve $q = 1-p$ ' göstermektedir. $\binom{n}{x}$ ise n 'in x 'li kombinasyonudur. Yine burada $P(k \leq 1) = p(k=0) + p(k=1)$ olasılığı için kusurlu oranları $0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10$ değerlerinin her biri için ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır ve sonuçlar aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$p = 0,01 \text{ için } q = 1-0,01 \quad q = 0,99 \quad 0,01 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,6362 + 0,2892 = 0,9254$$

$$P(0) = \binom{45}{0} 0,01^0 x 0,99^{45-0} = 0,6362 \quad P(1) = \binom{45}{1} 0,01^1 x 0,99^{45-1} = 0,2892$$

$p = 0,02$ için $q = 1-0,02$	$q = 0,98$	$0,02$ için $P(k \leq 1) = 0,4029 + 0,3700 = 0,7729$
$p = 0,03$ için $q = 1-0,03$	$q = 0,97$	$0,03$ için $P(k \leq 1) = 0,2539 + 0,3534 = 0,6074$
$p = 0,04$ için $q = 1-0,04$	$q = 0,96$	$0,04$ için $P(k \leq 1) = 0,1593 + 0,2987 = 0,4580$
$p = 0,05$ için $q = 1-0,05$	$q = 0,95$	$0,05$ için $P(k \leq 1) = 0,0994 + 0,2355 = 0,3350$
$p = 0,06$ için $q = 1-0,06$	$q = 0,94$	$0,06$ için $P(k \leq 1) = 0,0618 + 0,1774 = 0,2392$
$p = 0,07$ için $q = 1-0,07$	$q = 0,93$	$0,07$ için $P(k \leq 1) = 0,0382 + 0,1293 = 0,1675$
$p = 0,08$ için $q = 1-0,08$	$q = 0,92$	$0,08$ için $P(k \leq 1) = 0,0235 + 0,0918 = 0,1153$
$p = 0,09$ için $q = 1-0,09$	$q = 0,91$	$0,09$ için $P(k \leq 1) = 0,0144 + 0,0639 = 0,0782$
$p = 0,10$ için $q = 1-0,10$	$q = 0,90$	$0,10$ için $P(k \leq 1) = 0,0087 + 0,0436 = 0,0524$

III. Yol: Normal Dağılıma Göre Hesaplama: X , sürekli bir değişken olmak üzere normal dağılım için ihtimal fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} x e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Normal dağılımın güvenilir sonuç vermesi için $n.p > 5$ olması gerekir. Halbuki bizim çalışmamızda $n = 45$ ve en büyük kusurlu oranı $0,10$ 'dur. Bu durumda $n.p = 45.(0,10) = 4,5 < 5$ sonucu elde edilmektedir. Bu yüzden burada normal dağılım ile çözüm yapılması uygun olmaz.

IV. Yol: Poisson İhtimal Dağılımına Göre Hesaplama:

$$P(x) = \frac{e^{-x} x \lambda^x}{X!}$$

Burada; $\lambda = n.p$ (örnekteki ortalama kusurlu sayısı), n : örnek hacmi, p : kusurlu oranı, x : örnekteki kusurlu sayısını (k) temsil etmektedir. Burada $P(k \leq 1) = p(k=0) + p(k=1)$ olasılığı için kusurlu oranları $0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10$ değerlerinin her biri için ayrı ayrı hesaplama yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Poisson ihtimal dağılımına göre hesaplama yapılırken Poisson Dağılımı Olasılıkları Tablosundan da yararlanılabilmektedir. Hesaplama ile elde edilen değerler Ek 1'deki Poisson ihtimal dağılımı tablosundaki değerlerden yararlanılarak da bulunabilir.

$$p = 0,01 \text{ için } \lambda = 45.(0,01) = 0,45 \quad 0,01 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,6376 + 0,2869 = \mathbf{0,9245}$$

$$P(0) = \frac{e^{-0,45} x 0,45^0}{0!} = \mathbf{0,6376}$$

$$P(1) = \frac{e^{-0,45} x 0,45^1}{1!} = \mathbf{0,2869}$$

$$p = 0,02 \text{ için } \lambda = 45.(0,02) = 0,9 \quad 0,02 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,4066 + 0,3659 = \mathbf{0,7725}$$

$$p = 0,03 \text{ için } \lambda = 45.(0,03) = 1,35 \quad 0,03 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,2592 + 0,3500 = \mathbf{0,6092}$$

$$p = 0,04 \text{ için } \lambda = 45.(0,04) = 1,8 \quad 0,04 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,1653 + 0,2975 = \mathbf{0,4628}$$

$$p = 0,05 \text{ için } \lambda = 45.(0,05) = 2,25 \quad 0,05 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,1054 + 0,2372 = \mathbf{0,3426}$$

$$p = 0,06 \text{ için } \lambda = 45.(0,06) = 2,7 \quad 0,06 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0672 + 0,1815 = \mathbf{0,2487}$$

$$p = 0,07 \text{ için } \lambda = 45.(0,07) = 3,15 \quad 0,07 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0429 + 0,1350 = \mathbf{0,1779}$$

$$p = 0,08 \text{ için } \lambda = 45.(0,08) = 3,6 \quad 0,08 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0273 + 0,0984 = \mathbf{0,1256}$$

$$p = 0,09 \text{ için } \lambda = 45.(0,09) = 4,05 \quad 0,09 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0174 + 0,0707 = \mathbf{0,0880}$$

$$p = 0,10 \text{ için } \lambda = 45.(0,10) = 4,5 \quad 0,10 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0111 + 0,0500 = \mathbf{0,0611}$$

Poisson ihtimal dağılımına göre hesaplanarak bulunan bu değerler yardımıyla Çalışma Karakteristiği Eğrisini oluşturmak için plan eğrisine esas olacak noktalara ait kusurlu oranları ve bunlara karşılık gelen kabul ihtimalleri Tablo 10'da gösterilmiştir.

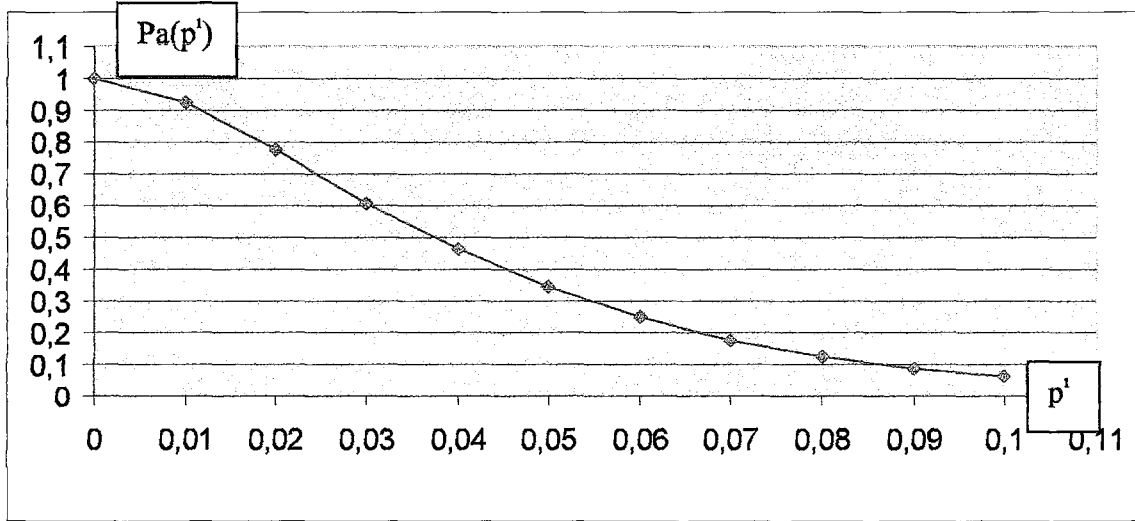
Tablo 10. SFC için poisson ihtimal dağılımına göre hesaplanmış kabul ihtimal sonuçları

Kusurlu oranları (p')	Kabul ihtimali $Pa(p')$
0	1
0,01	0,9245
0,02	0,7725
0,03	0,6092
0,04	0,4628
0,05	0,3426
0,06	0,2487
0,07	0,1779
0,08	0,1256
0,09	0,0880
0,10	0,0611

SFC'de kalınlık değerleri için poisson ihtimal dağılımına göre hesaplamalar sonucunda elde edilen veriler yardımıyla oluşturulan ÇK eğrisi Şekil 16'da gösterilmiştir.

Bulduğumuz bu ÇK eğrisi örnekleme planımızda 45 birimlik partilerin değişen kalite düzeyleri (p') karşısında kabul olasılıklarının ($Pa(p')$) ne olduğunu göstermektedir. Bulduğumuz değerlerle oluşturduğumuz ÇK eğrisi üzerinde tanımlanan bazı noktalar vardır ki bunlar parti hakkında verilecek kararlarda özel önem arz ederler. Bu noktalar daha öncede değinildiği gibi üretici riski ($\dot{U}R$), geçerli kalite düzeyi (GKD), tüketici riski (TR), parti kalite düzeyi toleransı (PKDT), eşit riskli kalite düzeyi (ERKD), kritik veya kararsız bölge, kabul bölgesi ve red bölgesidir.

Parti hakkında red veya kabul kararı verilebilmesi için GKD ve PKDT değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. GKD ve PKDT tanımlarında da verildiği gibi α ve β değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bizim çalışmamızda $\alpha = \%5$ ve $\beta = \%10$ olarak dikkate alınmıştır.



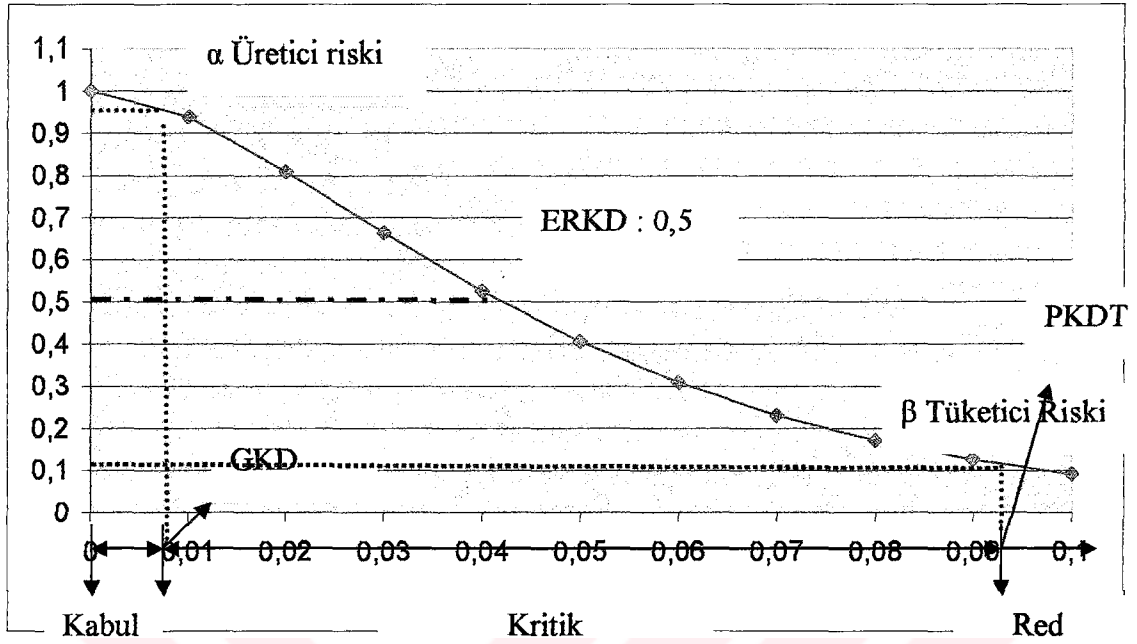
Şekil 16. SFC için kalınlık değerlerine göre hazırlanmış çalışma karakteristiği eğrisi

GKD ve PKDT'nin hesaplanması için Ek 1'deki Poisson Dağılımı Olasılıkları Tablosundan yararlanabiliriz. Tabloda $c = 1$ sütununda 0,10 değerine karşılık gelen np^1 değerinin tam karşılığı enterpolasyonla bulunur. Bulunan değer = 3,90 dır. Bu değer np^1 değeridir. Bizim için $n = 45$ 'di. $n = 45$ değerini yerine koyduğumuzda bulduğumuz $p^1 = 0,0866$ değeri bizim için $\beta = \%10$ için PKDT değerini verir.

Aynı şekilde $\alpha = \%5$ değeri için tabloda $c = 1$ sütununda 0,95 değerine karşılık gelen np^1 değerinin tam karşılığı enterpolasyonla bulunur. Bulunan değer = 0,35'dir. Bu değer np^1 değeridir. n yerine 45 yazıldığında $p^1 = 0,00777$ değeri bulunur. Bu değer bizim için GKD değerini verir.

GKD = 0,00777 olduğuna göre kusurlu oranı %0,777'den az olan partiler iyi partilerdir. PKDT = 0,0866 olması demek de kusurlu oranı %8,66'dan daha fazla olan partilerin kötü partiler olacağı anlamına gelmektedir. Kusurlu oranı %0,777 ile %8,66 arasında olan partiler ara partilerdir. Diğer bir ifade ile SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin ürettiği 18 mm MDF'ler için $N = 1200$, $n = 45$ ve $c = 1$ kabul planına göre 1200 birimlik bir partinin iyi parti olabilmesi için en fazla $1200 \times 0,00777 = 9,324 \approx 10$ tane kusurlu birim içermesi gerekmektedir. Benzer şekilde 1200 birimlik bir partinin kötü parti olarak nitelendirilebilmesi için bu partinin en az $1200 \times 0,0866 = 103,92 \approx 104$ adet kusurlu birim ihtiva etmesi gerekmektedir.

Bulunan bu değerler ışığında SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin ürettiği 18 mm MDF'lerin kalınlıkları için hazırlanan ÇK eğrisinde ÇK eğrisi bölgelerini gösterdiğimizde elde edilen değerlerin grafikte yerleri Şekil 17'deki gibidir.



Şekil 17. SFC kalınlık değerlerine göre hazırlanmış çalışma karakteristiği eğrisi bölümleri

3.1.4. SFC'de Çıkan Ortalama Karakteristiği Eğrisinin Oluşturulması

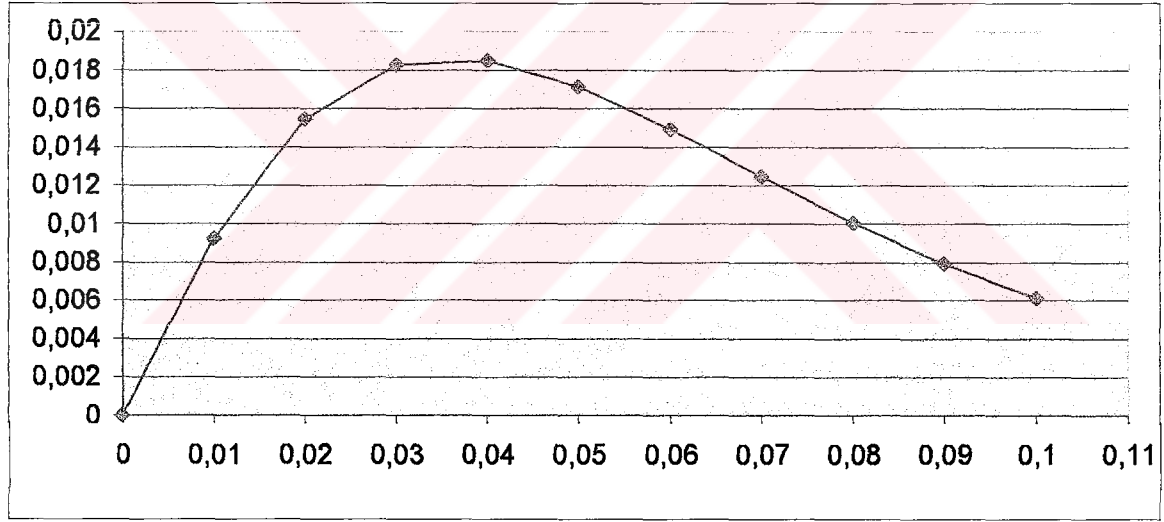
Çıkan ortalama kalite eğrisi reddedilen partiler %100 muayeneden geçirilip kusurlu parçaların ayıklanmasından sonra geride kalan tüm partilerin ortalama kalite düzeyini belirlemeye yarar. Reddedilen partilerin ve örnekleme muayenesi partilerinin %100 muayene sonucunda ortalama kaliteleri doğal olarak partilerin başlangıçtaki p' kalitesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle ÇOK eğrisi p' cinsinden hesaplanmıştır.

SFC'de çıkan ortalama karakteristiği eğrisinin hazırlanmasında kullanılan veriler Tablo 11'de gösterilmiştir. Bulunan bu değerler yardımıyla SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de Çıkan Ortalama Karakteristiği eğrisinin çizimi Şekil 18'de gösterilmiştir.

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. için kullandığımız kusurlu oranı yani kabul edilen kusurlu oranı 0,025'di. Partilerin kabul ihtimalleri %88 yani 0,88'di. Bunun anlamı gelecek her yüz partiden 12 tanesi reddedilecek demektir. Reddedilecek bu 12 parti %100 muayeneye tabi tutulup kusurlular ayıklanacak ve sonuçta kusurlu oranı sıfır olacaktır.

Tablo 11. SFC'de çıkan ortalama karakteristiği eğrisinin hazırlanması için elde edilen veriler

Kusurlu oranları (p^1)	Kabul ihtimali $Pa(p^1)$	ÇOK ($Pa(p^1)P$)
0	1	0
0,01	0,9245	0,009245
0,02	0,7725	0,015450
0,03	0,6092	0,018276
0,04	0,4628	0,018512
0,05	0,3426	0,017130
0,06	0,2487	0,014922
0,07	0,1779	0,012453
0,08	0,1256	0,010048
0,09	0,088	0,007920
0,10	0,0611	0,006110



Şekil 18. SFC için çıkan ortalama karakteristiği eğrisi

Tablo 11'de 0,04 kusurlu oranına karşılık gelen ÇOK değeri **0,018512**'dir. Ve bu değer hesaplamada en büyük değer olarak elde edilmiştir, bu değer çıkan ortalama kalite limiti olarak da adlandırılır. Bulunan bu kabul planına göre en kötü kalite %04 kusurlu oranına karşılık gelen partidedir. Bu kusurlu oranına göre en kötü partideki kusurlu sayısı ise $0,018512 \times 1200 = 22,21 \approx 23$ olarak bulunur. Bunun üzerinde çıkacak kusurlu sayısı için parti red edilmelidir.

3.1.5. SFC'de Ortalama Toplam Muayene Sayısı Eğrisinin Oluşturulması

Ortalama toplam muayene eğrisi kabul planına göre muayene edilmesi beklenen birim sayısının bir tahminidir ve muayene maliyetini minimum yapmak için kullanılır. SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de OTM hazırlanırken kullandığımız örnekleme planı tek katlı olduğu için tek katlı örnekleme planına göre hesaplamalarda kullanılan aşağıdaki formülden yararlanmalıyız.

$$OTM = P \times n + (1-P)N \quad (41)$$

Formülde $n = 45$ birim örnek hacmi, $P =$ kabul ihtimallerini %1, %3, %5, %7, %9 ve %10 olarak ele alalım, $N = 1200$ evrendir. Kusurlu oranı $c = 1$ 'dir.

Kabul ihtimali $P = P(k \leq 1) = P(k=0) + P(k=1)$ şeklinde hesaplanmıştır.

$$p = 0,01 \text{ için } \lambda = 45.(0,01) = 0,45 \quad 0,01 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,6362 + 0,2892 = \mathbf{0,9254}$$

$$P(0) = \frac{e^{-0,45} \times 0,45^0}{0!} = \mathbf{0,6362}$$

$$P(1) = \frac{e^{-0,45} \times 0,45^1}{1!} = \mathbf{0,2892}$$

$$p = 0,03 \text{ için } \lambda = 45.(0,03) = 1,35 \quad 0,03 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,2539 + 0,3534 = \mathbf{0,6074}$$

$$p = 0,05 \text{ için } \lambda = 45.(0,05) = 2,25 \quad 0,05 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0994 + 0,2355 = \mathbf{0,3350}$$

$$p = 0,07 \text{ için } \lambda = 45.(0,07) = 3,15 \quad 0,07 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0382 + 0,1293 = \mathbf{0,1675}$$

$$p = 0,09 \text{ için } \lambda = 45.(0,09) = 4,05 \quad 0,09 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0144 + 0,0639 = \mathbf{0,0782}$$

$$p = 0,10 \text{ için } \lambda = 45.(0,10) = 4,5 \quad 0,10 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0087 + 0,0436 = \mathbf{0,0524}$$

Elde edilen değerlere göre OTM sayıları şu şekilde bulunabilir.

$$\mathbf{\%1 \text{ için OTM} = 45(0,9254) + 1200(1-0,9254) = 131,163 \approx \mathbf{132}}$$

$$\mathbf{\%3 \text{ için OTM} = 45(0,6074) + 1200(1-0,6074) = 498,453 \approx \mathbf{499}}$$

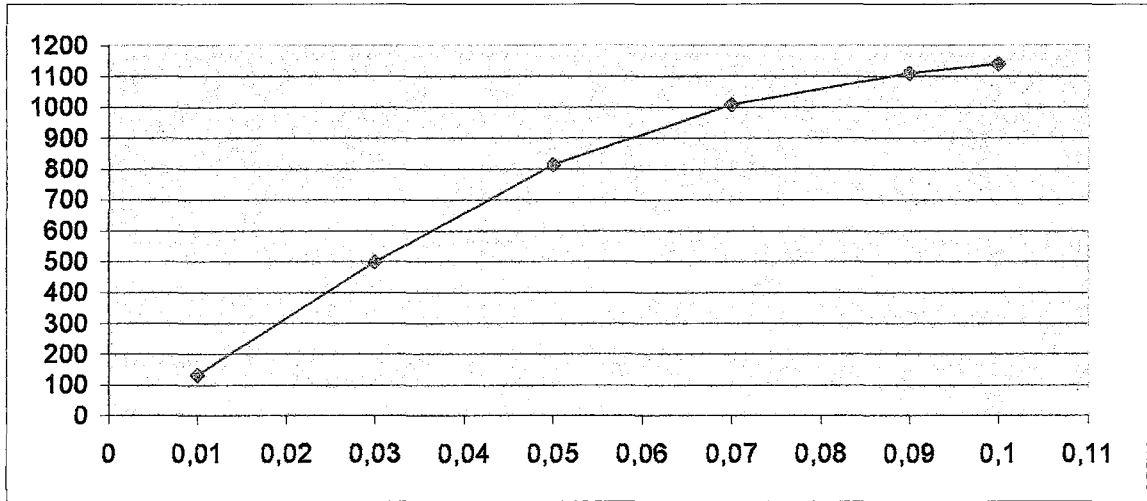
$$\mathbf{\%5 \text{ için OTM} = 45(0,3350) + 1200(1-0,3350) = 813,075 \approx \mathbf{814}}$$

$$\mathbf{\%7 \text{ için OTM} = 45(0,1675) + 1200(1-0,1675) = 1006,537 \approx \mathbf{1007}}$$

$$\mathbf{\%9 \text{ için OTM} = 45(0,0782) + 1200(1-0,0782) = 1109,679 \approx \mathbf{1110}}$$

$$\mathbf{\%10 \text{ için OTM} = 45(0,0524) + 1200(1-0,0524) = 1139,478 \approx \mathbf{1139}}$$

Bulunan bu değerler yardımıyla kusurlu oranlarına göre SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de ortalama toplam muayene sayısı eğrisinin çizimi Şekil 19'da gösterilmiştir.



Şekil 19. SFC' de ortalama toplam muayene sayısı eğrisi

3.2. Divapan için Kontrol Grafiği ve Karakteristik Eğri Hesaplamalarının Yapılması

3.2.1 Divapan'da Kontrol Grafiklerinin Oluşturulması

$$\text{ÜKL}_{\text{yoğunluk}} = \bar{x}^i + 3\sigma_x^i = 741,47 + 3 \times (10,06) = 771,65$$

$$\text{MÇ}_{\text{yoğunluk}} = \bar{p} = \frac{\sum \bar{p}}{k} = \frac{74147,13}{100} = 741,47 \quad \text{ve standart sapması} = 10,06$$

$$\text{AKL}_{\text{yoğunluk}} = \bar{x}^i - 3\sigma_x^i = 741,47 - 3 \times (10,06) = 711,29$$

$$\text{ÜKL}_{\text{eğilme}} = \bar{x}^i + 3\sigma_x^i = 339,86 + 3 \times (35,72) = 447,02$$

$$\text{MÇ}_{\text{eğilme}} = \bar{p} = \frac{\sum \bar{p}}{k} = \frac{33986,89}{100} = 339,86 \quad \text{ve standart sapması} = 35,720$$

$$\text{AKL}_{\text{eğilme}} = \bar{x}^i - 3\sigma_x^i = 339,86 - 3 \times (35,72) = 237,70$$

$$\text{ÜKL}_{\text{çekme}} = \bar{x}' + 3\sigma'_x = 6,43 + 3 \times (0,51) = 7,96$$

$$\text{MÇ}_{\text{çekme}} = \bar{p} = \frac{\sum \bar{p}}{k} = \frac{643,14}{100} = 6,43 \quad \text{ve standart sapması} = 0,512$$

$$\text{AKL}_{\text{çekme}} = \bar{x}' - 3\sigma'_x = 6,43 - 3 \times (0,51) = 4,90$$

$$\text{ÜKL}_{\text{şişme}} = \bar{x}' + 3\sigma'_x = 8,31 + 3 \times (1,80) = 13,71$$

$$\text{MÇ}_{\text{şişme}} = \bar{p} = \frac{\sum \bar{p}}{k} = \frac{831,54}{100} = 8,31 \quad \text{ve standart sapması} = 1,80$$

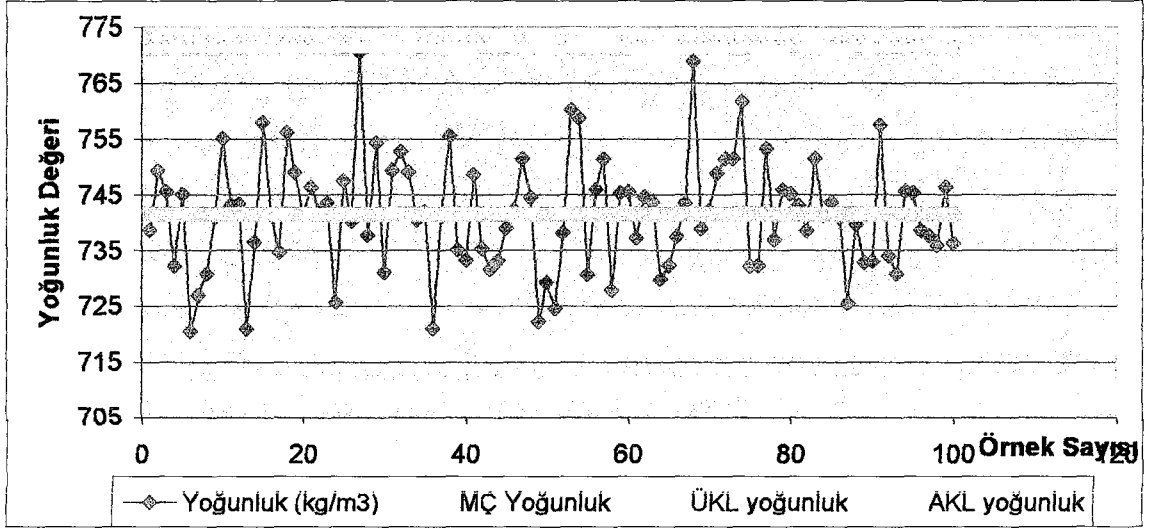
$$\text{AKL}_{\text{şişme}} = \bar{x}' - 3\sigma'_x = 8,31 - 3 \times (1,80) = 2,91$$

Bulduğumuz bu limit değerlerini kullanarak Microsoft Excel yardımıyla Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ne ait kontrol grafiklerini çizilmiştir.

3.2.1.1. Divapan Yoğunluk Değerleri için X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de yoğunluk değerleri için hazırlanmış X kontrol grafiği Şekil 20'de gösterilmiştir.

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de yoğunluk için üst kontrol limiti 771,65, merkez çizgisi 741,47 ve alt kontrol limiti de 711,29 bulunmuştur. Bu değerlere bakıldığında Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de yoğunluk için hazırlanan X kontrol grafiğinin incelenmesi ile MDF levhalarında standartlara uyan ve hesaplanan kontrol limitleri arasında kalan bir üretimin olduğu gözlenmiştir. Grafik incelendiğinde ağırlıklı olarak merkez çizgisine yakın veya simetrik bir dağılımın olduğu görülebilir.



Şekil 20. Divapan’da yoğunluk değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği

Grafikten anlaşıldığı üzere, aslında ölçülen yoğunluk değerleri, kontrol sınırları arasında kalacak şekilde uzayıp gitmektedir. Ancak 68. numune ile 27. numune üst kontrol sınırında yer alır. Burada bu iki değeri takip eden üretimlerde üretim değerleri kontrol dışına çıkmamıştır. Buda bize üretim prosesinin kontrol altında olduğunu ve ekstrem bir durum olmadığı taktirde herhangi bir müdahaleye gerek olmadığını göstermektedir.

Grafikte meydana gelen değişimlerin sistematik bir değişim olmadığını görmekteyiz. Bu durum üretimde sistematik bir hatanın olmadığını gösterir. Yine grafiğe baktığımızda kontrol sınırları içinde kalan tüm noktaların varlığında da sistematik bir dalgalanmanın olmamasının yani değerlerden bazılarının merkez çizgisi üstünde bazılarının ise merkez çizgisinin altında olması bize sistematik bir dalgalanmanın olmadığını göstermektedir. Buda prosesin kontrol dışına çıkmadığını göstermektedir.

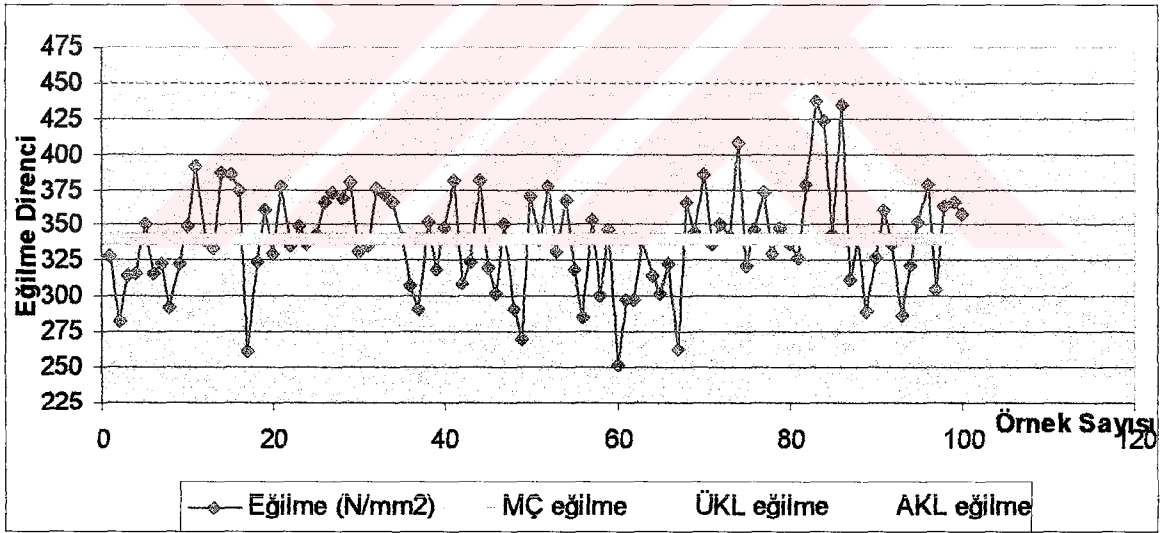
Grafikte 27 ve 68. numunelerdeki örneklerde ÜKL’ne doğru bir sapmanın olduğu görülse de normalden fazla sapmanın oluşmadığı ve prosese müdahale ile sonraki üretimde sorunsuz üretimin devam ettiğini söyleyebiliriz.

Yoğunluk için oluşturulan bu X kontrol grafiklerinde görüldüğü üzere değerlerin sürekli olarak kontrol limitleri arasında kalması; Yoğunluk = Ağırlık/Hacim eşitliğinin sabit tutulabildiğini gösterir. Bunun anlamı da ağırlık ve hacmin hesaplanmasında kullanılan ölçüm değerlerinin MDF üretiminde her zaman aynı sağlanabildiğini göstermektedir.

Bu veriler ışığında Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin yoğunluk kriteri için hazırladığımız bu X kontrol grafiği limitleri ile her vardiyada yapılan ölçümlerin değerleri karşılaştırılabilir. Sonuçta yapılacak kıyaslamalarla da üretime müdahale yapılıp yapılmayacağı kararı verilebilir. Eğer üretimde elde edilen ürüne ait yapılan yoğunluk ölçüm değeri kontrol limitleri dışına çıkmışsa hata nedeni araştırılmalı ve derhal düzeltici önlemler alınmalıdır. Bulunan bu kontrol limitleri Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de yoğunluk için ÜKL'nin 771,65, MÇ'nin 741,47 ve AKL'nin de 711,29 olarak bulunduğunu göstermektedir.

3.2.1.2. Divapan'da Eğilme Direnç Değerleri için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de eğilme direnç değerleri için hazırlanmış X kontrol grafiğinin şekli Şekil 21'de gösterilmiştir.



Şekil 21. Divapan'da eğilme direnç değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de eğilme için hazırlanan bu X kontrol grafiğine göre üretimin kontrol limitleri arasında yapıldığı genel olarak görülebilmektedir. 83-86 numaralı kontrol numunelerinde elde edilen ÜKL'ne yakın değerler burada yapılan üretimde bir sapmanın olduğunu gösterse de daha sonraki

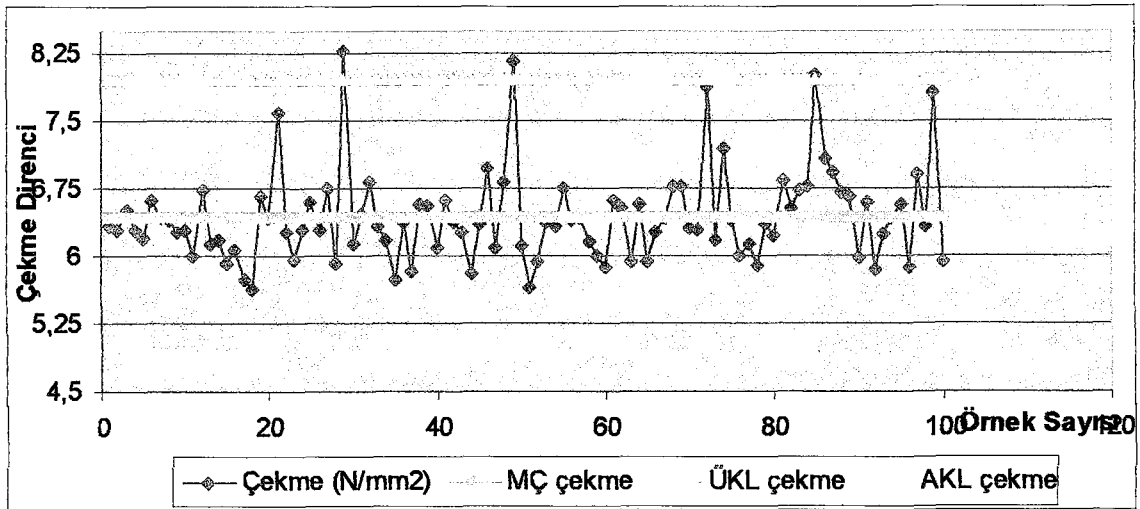
üretimlerde hatalı üretimin olmaması ve kontrol limitleri arasında kalması bize prosesin düzgün işlediğini göstermektedir.

Yine 17, 60 ve 67 numaralı eğilme değerlerinde de AKL'ne yakın değerlerin elde edilmesi ve 60'dan sonraki birkaç numunenin alt kontrol limitine doğru sonuçlar vermesi üretime yapılan müdahale ile kontrol altına alınmış ve üretimde bir hatanın meydana gelmediği görülmüştür.

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de eğilme direnç değerleri için hazırlanan bu kontrol grafiği limitleri olarak bulunan ÜKL 447,02, MÇ 339,86 ve AKL 237,70 değerleri ile her vardiyada üretilen ve kontrol edilen MDF levhaları için yapılan ölçümlerin değerleri karşılaştırılabilir. Yapılacak olan karşılaştırma ile üretime müdahale edilip edilmeyeceği kararı verilebilir. Eğilme direnç değerleri için hazırlanan bu X kontrol grafiği limitleri Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş. için uyarı noktalarının ne olduğunu göstermektedir

3.2.1.3. Divapan'da Yüzeye Dik Çekme Direnç Değerleri için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de yüzeye dik çekme direnç değerleri için hazırlanmış X kontrol grafiği Şekil 22'de gösterilmiştir.



Şekil 22. Divapan yüzeye dik çekme direnç değerlerine göre hazırlanmış X kontrol grafiği

Divapan'da yüzeye dik çekme değerlerinin incelenmesi ile yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen X kontrol grafiğine baktığımızda birkaç tane değer ÜKL'nin

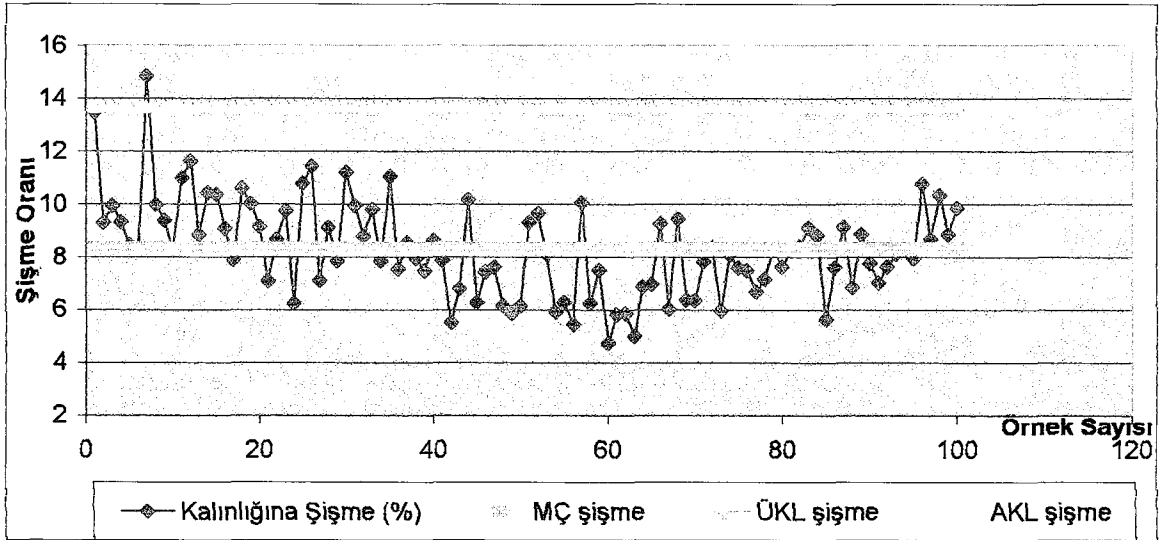
üzerinde olduğunu görmekteyiz. Bu değerlerde olan numuneler dışındaki diğer ölçüm sonuçlarının bulunan MÇ'nin alt ve üstünde olması yani MÇ ekseninin sağında ve solunda olması üretimin düzgün işlediğini göstermektedir.

ÜKL'nin üstünde bulunan bu değerler aslında kabul edilebilir durumdadır. Çünkü müşterilerin istediği aslında yüzeye dik çekme değerlerinin yüksek olmasıdır. Burada da bulunan bu değerlere bakılarak hepsinin kabul edilebilir bir seviyede olduğudur.

Elde edilen bu kontrol limitleri değerlendirilerek Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilen MDF levhalarının yüzeye dik çekme direnç değerleri ÜKL 7,9, MÇ 6,43 ve AKL 4,90 olarak bulunmuştur. Daha sonra yapılacak üretimlerde bulunan bu kontrol limitleri dışında bir üretimin yapılması halinde üretimin kontrol altında yapılacağı sonucuna varılabilir. Bulunan bu değerler Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilen 18 mm MDF levhalarının yüzeye dik çekme direnç değerlerinin ne olduğunu göstermektedir.

3.2.1.4. Divapan'da 24 Saat Suda Bekletme ve Şişme Oranı için Hazırlanmış X Kontrol Grafiğinin Oluşturulması

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de 24 saat suda bekletme ve şişme oranı için hazırlanmış X kontrol grafiği Şekil 23'de gösterilmiştir.



Şekil 23. Divapan'da 24 saat suda bekletme ve şişme oranına göre hazırlanmış X kontrol grafiği

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de 24 saat suda bekletme ve şişme oranına göre hazırlanmış X kontrol grafiği incelendiğinde ÜKL'nin 13,71, MÇ'nin 8,31 ve AKL'nin de 2,91 olduğu görülmüştür. Bulunan bu değerler Divapan için 24 saat suda bekletme ile şişme oranı için kontrol değerlerini gösterir.

Grafiğe bakıldığında prosesin kontrol altında olduğunu ve üretim değerlerinin belirlenen limitler arasında kaldığını söyleyebiliriz. Grafikte sistematik bir dalgalanmanın olmadığını görmekteyiz. Bu da üretimde sistematik bir dalgalanmanın olmadığını göstermektedir.

Divapan için hazırlanan bu X kontrol grafikleri yardımıyla üretimin standartlara uygun olarak yapıldığını söyleyebiliriz. Grafiklerde meydana gelen MÇ'den sapmalar sistematik olmamaktadır. Sistematik olmayan bu sapmalar kontrol altında tutulabilmekte ve üretimin sistematik bir hata içermediğini göstermektedir.

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de 18 mm MDF üretim prosesi kontrol altında tutulmakta ve yapılan üretimde ekstrem bir durumun olmaması halinde yapılan üretimin her zaman kontrol limitleri arasında kaldığını ve herhangi bir müdahalenin yapılmasının gerekmediğini söyleyebiliriz.

3.2.2. Divapan Kalınlık Değerleri için Tek Katlı Kabul Örnekleme Planının Oluşturulması

Temel olarak tek katlı kabul örnekleme planında N : Parti hacmini, n : Örnek hacmini ve c : örnekte kabul edilebilecek kusurlu sayısını göstermektedir. Yani 1250 birimlik bir evrenden şansa bağlı olarak rasgele n birimlik bir örnek MDF partisi alınacak ve alınan bu MDF'lerin kalınlık değerleri %100 muayeneden geçirilerek sonuçta MDF partisinde kalınlık için çıkacak olan kusurlu birim sayısı (k), kabul edilebilir kusurlu sayısından (c = 1) küçük veya eşitse parti kabul edilecek, aksi durumlarda ise parti reddedilecektir.

Divapan için "n" örnek hacmi şu şekilde hesaplanmıştır.

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot P \cdot Q}{N \cdot D^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

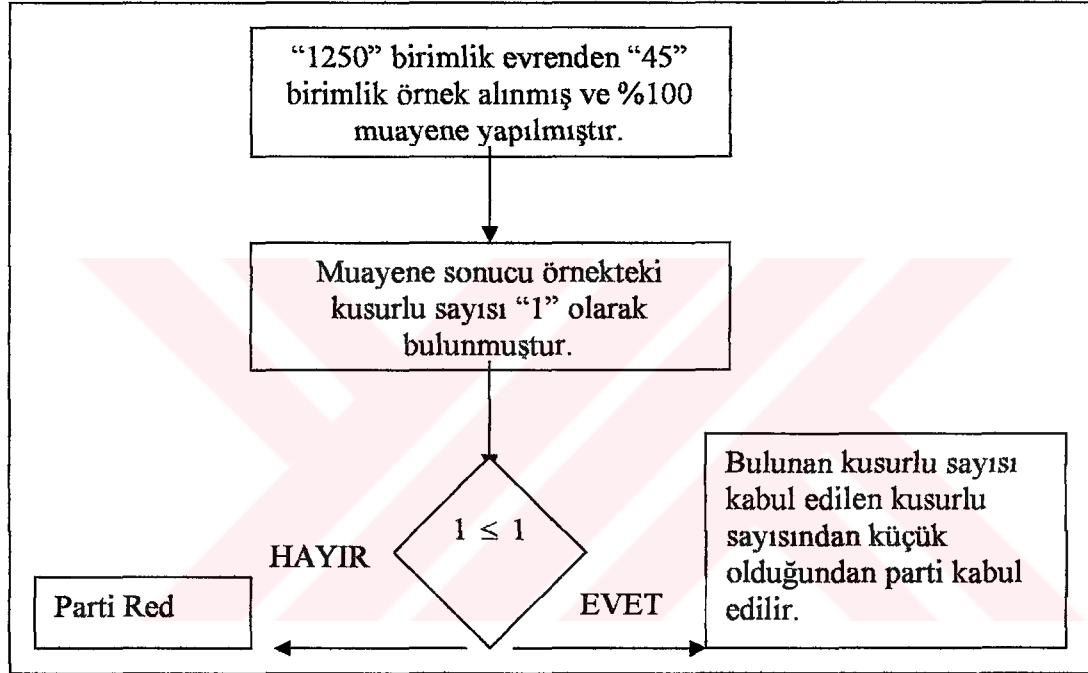
$$= ((1,64)^2 \times 1250 \times 0,50 \times 0,50) / (1250 \times (0,12)^2 + ((1,64)^2 \times 0,50 \times 0,50))$$

$$n = 840,5 / 18,68$$

$$n = 44,99 \approx 45 \text{ adetlik parti hacmi.}$$

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de rasgele seçilen 45 birimlik bir adet MDF partisi muayene edilmiş ve muayene sonucunda 1 adet ürünün kalınlık değerinin kabul edilemez olduğu bulunmuştur.

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de tek katlı kabul örneklemesinin faaliyet akış şeması Şekil 24'de gösterilmiştir.



Şekil 24. Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de tek katlı örnekleme planında akış diyagramı

3.2.3. Divapan'da Çalışma Karakteristiği Eğrisinin Oluşturulması

Çalışma karakteristiği eğrisinin hesaplanmasında kullanılan örnek büyüklüğü Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi A.Ş. için $n = 45$ birimlik bir parti olarak bulunmuştur.

SFC kalınlık değerlerinin ÇK eğrisinin hesaplanmasında anlatıldığı gibi ÇK eğrisini oluştururken kullanılan 4 farklı yol vardır. Bunlar; hipergeometrik ihtimal dağılımına göre hesaplama, binom ihtimal dağılımına göre hesaplama, normal dağılıma göre hesaplama ve poisson dağılımına göre hesaplamadır. Bu dört yöntemle göre hesaplamalar yine ayrı ayrı

yapılmış ve poisson dağılımına göre çıkan sonuçlara göre de Divapan kalınlık değerleri için ÇK eğrisini çizilmiştir.

Divapan kalınlık değerlerine göre hazırlanmış ÇK eğrisi için kabul planını hazırlanırken parti hacmi bir vardiyada üretilen MDF miktarı olan 1250'dir. Bu partiden hesaplanan "n = 45 birimlik" örnek büyüklüğü şansa bağlı olarak seçilmiştir. Ve bu parti %100 muayeneden geçirilmiştir. Muayene sonucu kusurlu sayısı 1 bulunmuştur. ÇK eğrisinin hazırlanması için 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10 kusurlu oranları kullanılarak kabul ihtimalleri şu şekilde bulunmuştur.

Bu kabul ihtimaller hesaplanırken $k \leq c$ durumunda parti kabul edileceği için $P(k \leq 1)$ ihtimalinin hesaplanması gerekmektedir. Bu durumda;

$$P(k \leq 1) = P(k=0) + P(k=1) \text{ olur.}$$

Bu ihtimal hesapları sırasıyla çözülmüştür.

I. Yol : Hipergeometrik ihtimal dağılımına göre hesaplama:

$$P(x) = \frac{\binom{D}{x} \binom{N-D}{n-x}}{\binom{N}{n}}$$

D: Partideki kusurlu sayısı, x: Örnekteki kusurlu sayısı (k), N: parti hacmi, n: örnek hacmini temsil etmektedir. D = partideki kusurlu sayısını bulmak için parti hacmi ile kusurlu oranı çarpılmalıdır. Yani $N.p = D$ 'dir. Kusurlu oranları 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10 değerlerinin her biri için ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır.

$$p = 0,01 \text{ için } D = 1250 \times 0,01 = 12,5 \quad 0,01 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,6648 + 0,2770 = \mathbf{0,9418}$$

$$P(k=0) = \frac{\binom{12,5}{0} \binom{1250-12,5}{45-0}}{\binom{1250}{45}} = \mathbf{0,6648}$$

$$P(k=1) = \frac{\binom{12,5}{1} \binom{1250-12,5}{45-1}}{\binom{1250}{45}} = \mathbf{0,2770}$$

$p = 0,02$ için $D = 1250 \times 0,02 = 25$ $0,02$ için $P(k \leq 1) = 0,4402 + 0,3707 = \mathbf{0,8109}$
 $p = 0,03$ için $D = 1250 \times 0,03 = 37,5$ $0,03$ için $P(k \leq 1) = 0,2902 + 0,3704 = \mathbf{0,6606}$
 $p = 0,04$ için $D = 1250 \times 0,04 = 50$ $0,04$ için $P(k \leq 1) = 0,1904 + 0,3276 = \mathbf{0,5181}$
 $p = 0,05$ için $D = 1250 \times 0,05 = 62,5$ $0,05$ için $P(k \leq 1) = 0,1244 + 0,2705 = \mathbf{0,3949}$
 $p = 0,06$ için $D = 1250 \times 0,06 = 75$ $0,06$ için $P(k \leq 1) = 0,0809 + 0,2134 = \mathbf{0,2944}$
 $p = 0,07$ için $D = 1250 \times 0,07 = 87,5$ $0,07$ için $P(k \leq 1) = 0,0524 + 0,1630 = \mathbf{0,2154}$
 $p = 0,08$ için $D = 1250 \times 0,08 = 100$ $0,08$ için $P(k \leq 1) = 0,0338 + 0,1214 = \mathbf{0,1551}$
 $p = 0,09$ için $D = 1250 \times 0,09 = 112,5$ $0,09$ için $P(k \leq 1) = 0,0216 + 0,0885 = \mathbf{0,1102}$
 $p = 0,10$ için $D = 1250 \times 0,10 = 125$ $0,10$ için $P(k \leq 1) = 0,0138 + 0,0635 = \mathbf{0,0773}$

II. Yol: Binom İhtimal Dağılımına Göre Hesaplama:

$$P(x) = \binom{n}{x} p^x x q^{n-x}$$

Burada; n : örnek hacmini, p : kusurlu oranını ve $q = 1-p$ ' göstermektedir. $\binom{n}{x}$ ise n 'in x 'li kombinasyonudur. Yine burada $P(k \leq 1) = p(k=0) + p(k=1)$ olasılığı için kusurlu oranları $0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10$ değerlerinin her biri için ayrı ayrı hesaplama yapılacaktır.

$p = 0,01$ için $q = 1-0,01$ $q = 0,99$ $0,01$ için $P(k \leq 1) = 0,6362 + 0,2892 = \mathbf{0,9254}$

$$P(0) = \binom{45}{0} 0,01^0 x 0,99^{45-0} = \mathbf{0,6362} \quad P(1) = \binom{45}{1} 0,01^1 x 0,99^{45-1} = \mathbf{0,2892}$$

$p = 0,02$ için $q = 1-0,02$ $q = 0,98$ $0,02$ için $P(k \leq 1) = 0,4029 + 0,3700 = \mathbf{0,7729}$
 $p = 0,03$ için $q = 1-0,03$ $q = 0,97$ $0,03$ için $P(k \leq 1) = 0,2539 + 0,3534 = \mathbf{0,6074}$
 $p = 0,04$ için $q = 1-0,04$ $q = 0,96$ $0,04$ için $P(k \leq 1) = 0,1593 + 0,2987 = \mathbf{0,4580}$
 $p = 0,05$ için $q = 1-0,05$ $q = 0,95$ $0,05$ için $P(k \leq 1) = 0,0994 + 0,2355 = \mathbf{0,3350}$
 $p = 0,06$ için $q = 1-0,06$ $q = 0,94$ $0,06$ için $P(k \leq 1) = 0,0618 + 0,1774 = \mathbf{0,2392}$
 $p = 0,07$ için $q = 1-0,07$ $q = 0,93$ $0,07$ için $P(k \leq 1) = 0,0382 + 0,1293 = \mathbf{0,1675}$
 $p = 0,08$ için $q = 1-0,08$ $q = 0,92$ $0,08$ için $P(k \leq 1) = 0,0235 + 0,0918 = \mathbf{0,1153}$
 $p = 0,09$ için $q = 1-0,09$ $q = 0,91$ $0,09$ için $P(k \leq 1) = 0,0144 + 0,0639 = \mathbf{0,0782}$

$p = 0,10$ için $q = 1-0,10$ $q = 0,90$ $0,10$ için $P(k \leq 1) = 0,0087 + 0,0436 = \mathbf{0,0524}$

III. Yol: Normal Dağılıma Göre Hesaplama: χ , sürekli bir değişken olmak üzere normal dağılım için ihtimal fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$f(\chi) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\chi-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Normal dağılımın güvenilir sonuç vermesi için $n.p > 5$ olması gerekir. Halbuki bizim örneğimizde $n = 45$ ve en büyük kusurlu oranı $0,10$ 'dur. Bu durumda $n.p = 45.(0,10) = 4,5 < 5$ sonucu elde edilmektedir. Bu yüzden burada normal dağılım ile çözüm yapılması uygun olmaz.

IV. Yol: Poisson İhtimal Dağılımına Göre Hesaplama:

$$P(\chi) = \frac{e^{-\lambda} \cdot \lambda^x}{X!}$$

Burada; $\lambda = n.p$ (örnekdeki ortalama kusurlu sayısı), n : örnek hacmi, p : kusurlu oranı, x : örnekdeki kusurlu sayısını (k) temsil etmektedir. Burada $P(k \leq 1) = p(k=0) + p(k=1)$ olasılığı için kusurlu oranları $0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10$ değerlerinin her biri için ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır.

Poisson ihtimal dağılımına göre hesaplama yapılırken Poisson Dağılımı Olasılıkları Tablosundan da yararlanılabilmektedir. Hesaplama ile elde edilen değerler Ek 1'deki Poisson ihtimal dağılımı tablosundaki değerlerden yararlanılarak da bulunabilir.

Yine poisson ihtimal dağılımına göre hesaplama yaparken $P(k \leq 1) = p(k=0) + p(k=1)$ olasılığı için kusurlu oranları $0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,09; 0,10$ değerlerinin her biri için ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır.

$p = 0,01$ için $\lambda = 45.(0,01) = 0,45$ $0,01$ için $P(k \leq 1) = 0,6376 + 0,2869 = \mathbf{0,9245}$

$$P(0) = \frac{e^{-0,45} x 0,45^0}{0!} = \mathbf{0,6376}$$

$$P(1) = \frac{e^{-0,45} x 0,45^1}{1!} = \mathbf{0,2869}$$

$p = 0,02$ için $\lambda = 45.(0,02) = 0,9$	$0,02$ için $P(k \leq 1) = 0,4066 + 0,3659 = \mathbf{0,7725}$
$p = 0,03$ için $\lambda = 45.(0,03) = 1,35$	$0,03$ için $P(k \leq 1) = 0,2592 + 0,3500 = \mathbf{0,6092}$
$p = 0,04$ için $\lambda = 45.(0,04) = 1,8$	$0,04$ için $P(k \leq 1) = 0,1653 + 0,2975 = \mathbf{0,4628}$
$p = 0,05$ için $\lambda = 45.(0,05) = 2,25$	$0,05$ için $P(k \leq 1) = 0,1054 + 0,2372 = \mathbf{0,3426}$
$p = 0,06$ için $\lambda = 45.(0,06) = 2,7$	$0,06$ için $P(k \leq 1) = 0,0672 + 0,1815 = \mathbf{0,2487}$
$p = 0,07$ için $\lambda = 45.(0,07) = 3,15$	$0,07$ için $P(k \leq 1) = 0,0429 + 0,1350 = \mathbf{0,1779}$
$p = 0,08$ için $\lambda = 45.(0,08) = 3,6$	$0,08$ için $P(k \leq 1) = 0,0273 + 0,0984 = \mathbf{0,1256}$
$p = 0,09$ için $\lambda = 45.(0,09) = 4,05$	$0,09$ için $P(k \leq 1) = 0,0174 + 0,0707 = \mathbf{0,0880}$
$p = 0,10$ için $\lambda = 45.(0,10) = 4,5$	$0,10$ için $P(k \leq 1) = 0,0111 + 0,0500 = \mathbf{0,0611}$

Divapan verileri sonucunda elde edilen ve poisson ihtimal dağılımına göre hesaplanarak bulunan bu değerler yardımıyla Çalışma Karakteristiği (ÇK) Eğrisini oluşturmak için plan eğrisine esas olacak noktalara ait kusurlu oranları ve bunlara karşılık gelen kabul ihtimallerini Tablo 12'de gösterilmiştir.

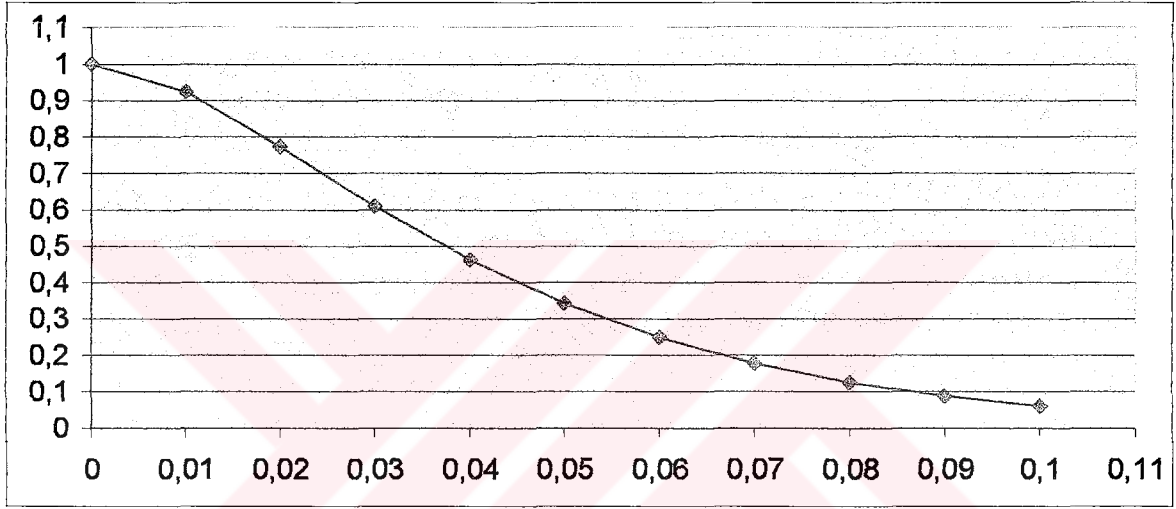
Tablo 12. Divapan için poisson ihtimal dağılımına göre hesaplanmış kabul ihtimal sonuçları

Kusurlu oranları (p^1)	Kabul ihtimali $Pa(p^1)$
0	1
0,01	0,9245
0,02	0,7725
0,03	0,6092
0,04	0,4628
0,05	0,3426
0,06	0,2487
0,07	0,1779
0,08	0,1256
0,09	0,0880
0,10	0,0611

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ne ait olarak bulunan kabul ihtimalleri yani $Pa(p^1)$ değerleri ile SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ne ait kabul ihtimalleri yani $Pa(p^1)$ değerlerinin aynı çıktığı görülmüştür. Bunun sebebi bir vardiyada üretilen MDF miktarlarının birbirine yakın olmasıdır. Yani evrene bağlı olarak hesaplanan örneklem büyüklüğü her iki müessese içinde yuvarlatılarak 45 adet numunenin

incelenmesi olarak bulunmuştur. Çalışma karakteristiği eğrisinin hesaplanmasında kullanılan en etkili değişken olarak örneklem büyüklüğünü göz önüne aldığımızda aynı değer olduğunu ve bunun sonucunda da çıkan kabul ihtimallerinin yani $Pa(p')$ değerlerinin aynı olduğunu görmekteyiz. Bunun sonucunda da çıkan çalışma karakteristiği eğrileri her iki müessese içinde aynı olmuştur.

Tablo 12'de yer alan Divapan kalınlık değerleri için poisson ihtimal dağılımı sonuçlarına göre hazırlanan çalışma karakteristiği eğrisi Şekil 25'de gösterilmiştir.



Şekil 25. Divapan için kalınlık değerlerine göre hazırlanmış çalışma karakteristiği eğrisi

Bulduğumuz bu çalışma karakteristiği eğrisi MDF üretimi yapan ve ortalama bir vardiyada üretimi 1200-1300 adet 18 mm MDF olan fabrikalar için hazırlanmış bir eğri niteliğindedir. Bu çalışma karakteristiği eğrisini kullanarak bulacağımız uyarı sınırları, üretici ve tüketici riskleri bir vardiyada ortalama olarak 1200-1300 adet 18 mm kalınlığında MDF üretimi yapan MDF fabrikalarını da kapsayacak nitelikte olacaktır.

Divapan için bulunan ve SFC ile aynı olan ÇK eğrisi örnekleme planımızda 45 birimlik partilerin değişen kalite düzeyleri (p') karşısında kabul olasılıklarının ($Pa(p')$) ne olduğunu göstermektedir. Bulduğumuz değerlerle oluşturduğumuz bu ÇK eğrisi üzerinde tanımlanan bazı noktalar vardır ki bunlar o parti hakkında verilecek kararlarda özel önem arz ederler. Bu noktalar daha öncede değinildiği gibi üretici riski ($\bar{U}R$), geçerli kalite düzeyi (GKD), tüketici riski (TR), parti kalite düzeyi toleransı (PKDT), eşit riskli kalite düzeyi (ERKD), kritik veya kararsız bölge, kabul bölgesi ve red bölgesidir.

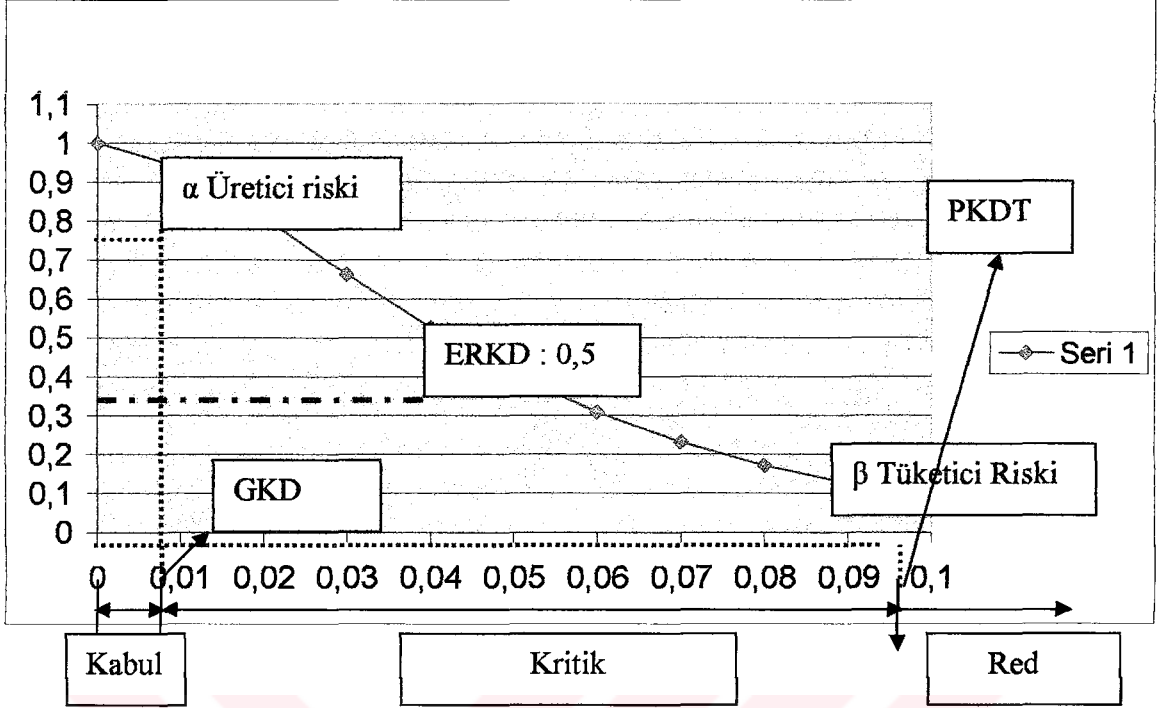
Parti hakkında red veya kabul kararı verilebilmesi için GKD ve PKDT değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. GKD ve PKDT tanımlarında da verildiği gibi α ve β değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Divapan Entegre Ağaç Panel ve Ticaret A.Ş. için yaptığımız çalışmamızda da $\alpha = \%5$ ve $\beta = \%10$ olarak dikkate alınmıştır.

GKD ve PKDT'nin hesaplanması için Ek 1'deki Poisson Dağılımı Olasılıkları Tablosundan yararlanabiliriz. Tabloda $c = 1$ sütununda 0,10 değerine karşılık gelen np^1 değerinin tam karşılığı enterpolasyonla bulunur. Bulunan değer = 3,90 dır. Bu değer np^1 değeridir. Bizim için $n = 45$ 'di. $n = 45$ değerini yerine koyduğumuzda bulduğumuz $p^1 = 0,0866$ değeri bizim için $\beta = \%10$ için PKDT değerini verir.

Aynı şekilde $\alpha = \%5$ değeri için tabloda $c = 1$ sütununda 0,95 değerine karşılık gelen np^1 değerinin tam karşılığı enterpolasyonla bulunur. Bulunan değer = 0,35'dir. Bu değer np^1 değeridir. n yerine 45 yazıldığında $p^1 = 0,00777$ değeri bulunur. Bu değer bizim için GKD değerini verir.

GKD = 0,00777 olduğuna göre kusurlu oranı %0,777'den az olan partiler iyi partilerdir. PKDT = 0,0866 olması demek de kusurlu oranı %8,66'dan daha fazla olan partilerin kötü partiler olacağı anlamına gelmektedir. Kusurlu oranı %0,777 ile %8,66 arasında olan partiler ara partilerdir. Diğer bir ifade ile Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin ürettiği 18 mm MDF'ler için $N = 1250$, $n = 45$ ve $c = 1$ kabul planına göre 1250 birimlik bir partinin iyi parti olabilmesi için en fazla $1250 \times 0,00777 = 9,7125 \approx 10$ tane kusurlu birim içermesi gerekmektedir. Benzer şekilde 1250 birimlik bir partinin kötü parti olarak nitelendirilebilmesi için bu partinin en az $1250 \times 0,0866 = 108,25 \approx 109$ adet kusurlu birim ihtiva etmesi gerekmektedir.

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin ürettiği 18 mm MDF'lerin kalınlık değerleri ile hesaplanarak çizilen ÇK eğrisi için ÇK eğrisi bölgelerini gösterdiğimizde elde edilen değerlerin grafikte yerleri Şekil 26'daki gibidir.



Şekil 26. Divapan için kalınlık değerlerine göre hazırlanmış çalışma karakteristiği eğrisi bölümleri

3.2.4. Divapan'da Çıkan Ortalama Karakteristiği Eğrisinin Oluşturulması

Çıkan ortalama kalite eğrisinde reddedilen partiler %100 muayeneden geçirilip kusurlu parçaların ayıklanmasından sonra geride kalan tüm partilerin ortalama kalite düzeyini belirlemeye yarar. Reddedilen partilerin ve örnekleme muayenesi partilerinin %100 muayene sonucunda ortalama kaliteleri doğal olarak partilerin başlangıçtaki p' kalitesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle ÇOK eğrisi p' cinsinden hesaplanmıştır. Hesaplamalarla elde edilen veriler Tablo 13'de gösterilmiştir.

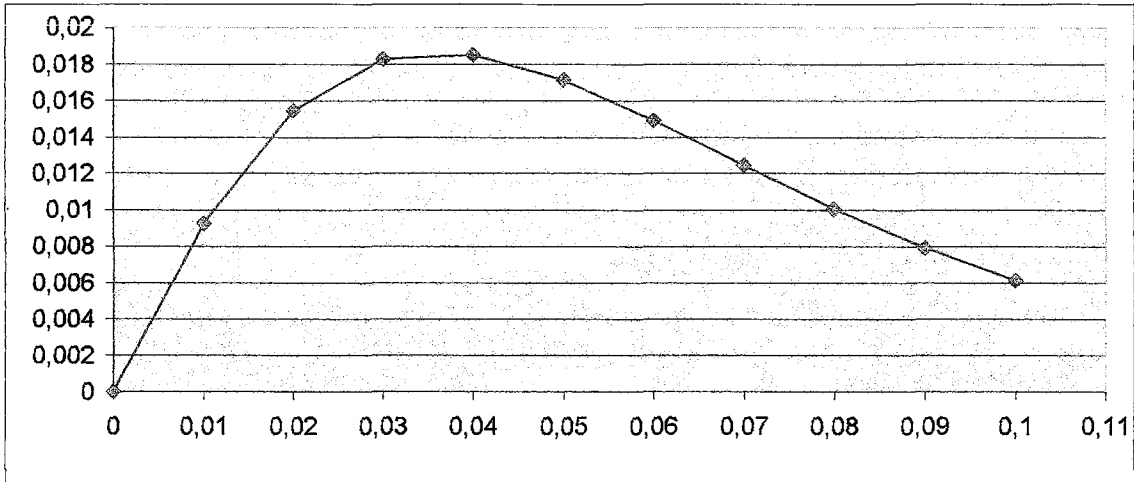
Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş. için kullandığımız kusurlu oranı yani kabul edilen kusurlu oranı SFC için kullandığımız değer olan 0,025'di. Partilerin kabul ihtimalleri %88 yani 0,88'di. Bunun anlamı gelecek her yüz partiden 12 tanesi reddedilecek demektir. Reddedilecek bu 12 parti %100 muayeneye tabi tutulup kusurlular ayıklanacak ve yerlerine kusursuz ürünler konulduğunda kusurlu oranı sıfır olacaktır.

Tablo 13. Divapan'da çıkan ortalama karakteristiği eğrisinin hazırlanması için elde edilen veriler

Kusurlu oranları (p')	Kabul ihtimali Pa(p')	ÇOK (Pa(p')P)
0	1	0
0,01	0,9245	0,009245
0,02	0,7725	0,015450
0,03	0,6092	0,018276
0,04	0,4628	0,018512
0,05	0,3426	0,017130
0,06	0,2487	0,014922
0,07	0,1779	0,012453
0,08	0,1256	0,010048
0,09	0,0880	0,007920
0,10	0,0611	0,006110

Bulunan bu veriler yardımıyla Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de Çıkan Ortalama Karakteristiği eğrisinin çizimi Şekil 27'de gösterilmiştir.

Tablo 13'de 0,04 kusurlu oranına karşılık gelen ÇOK değeri **0,018512**'dir. Bu değer hesaplamada en büyük değer olarak elde edilmiştir ve bu değer çıkan ortalama kalite limiti olarak da adlandırılır. Bulunan bu kabul planına göre en kötü kalite %04 kusurlu oranına karşılık gelen partidedir. Bu kusurlu oranına göre en kötü partideki kusurlu sayısı ise $0,018512 \times 1250 = 23,14 \approx 24$ olarak bulunur. Bunun üzerinde çıkacak kusurlu sayısı için parti red edilmelidir.



Şekil 27. Divapan için çıkan ortalama karakteristiği eğrisi

3.2.5. Divapan için Ortalama Toplam Muayene Sayısı Eğrisinin Oluşturulması

Ortalama toplam muayene eğrisi kabul planına göre muayene edilmesi beklenen birim sayısının bir tahminidir ve muayene maliyetini minimum yapmak için kullanılır. Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de OTM hazırlanırken kullandığımız örnekleme planı tek katlı olduğu için tek katlı örnekleme planına göre hesaplamalarda kullanılan aşağıdaki formülden yararlanmalıyız.

$$OTM = P \times n + (1-P)N$$

Formülde $n = 45$ birim örnek hacmi, $P =$ kabul ihtimallerini %1, %3, %5, %7, %9 ve %10 olarak ele alınmıştır, $N = 1250$ evrendir. Kusurlu oranı $c = 1$ 'dir.

Kabul ihtimali $P = P(k \leq 1) = P(k=0) + P(k=1)$ şeklinde hesaplanmıştır.

$$p = 0,01 \text{ için } \lambda = 45.(0,01) = 0,45 \quad 0,01 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,6376 + 0,2869 = \mathbf{0,9245}$$

$$P(0) = \frac{e^{-0,45} \times 0,45^0}{0!} = \mathbf{0,6376}$$

$$P(1) = \frac{e^{-0,45} \times 0,45^1}{1!} = \mathbf{0,2869}$$

$$p = 0,03 \text{ için } \lambda = 45.(0,03) = 1,35 \quad 0,03 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,2592 + 0,3500 = \mathbf{0,6092}$$

$$p = 0,05 \text{ için } \lambda = 45.(0,05) = 2,25 \quad 0,05 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,1054 + 0,2372 = \mathbf{0,3426}$$

$$p = 0,07 \text{ için } \lambda = 45.(0,07) = 3,15 \quad 0,07 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0429 + 0,1350 = \mathbf{0,1779}$$

$$p = 0,09 \text{ için } \lambda = 45.(0,09) = 4,05 \quad 0,09 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0174 + 0,0707 = \mathbf{0,0880}$$

$$p = 0,10 \text{ için } \lambda = 45.(0,10) = 4,5 \quad 0,10 \text{ için } P(k \leq 1) = 0,0111 + 0,0500 = \mathbf{0,0611}$$

Elde edilen değerlere göre OTM sayıları şu şekilde bulunmuştur.

$$\mathbf{\%1 \text{ için OTM} = 45(0,9245) + 1250(1-0,9245) = 135,977 \approx \mathbf{136}}$$

$$\mathbf{\%3 \text{ için OTM} = 45(0,6092) + 1250(1-0,6092) = 515,914 \approx \mathbf{516}}$$

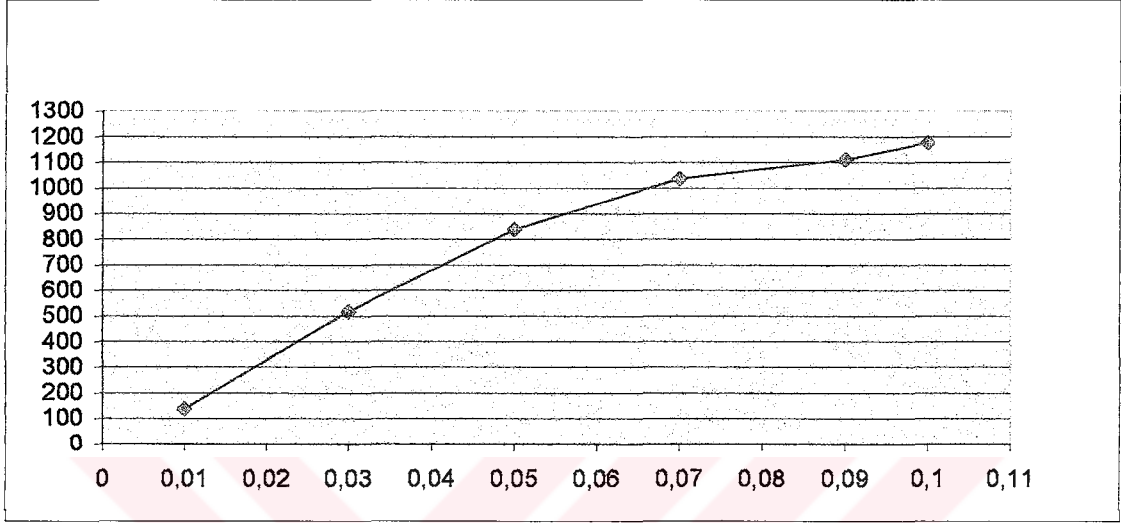
$$\mathbf{\%5 \text{ için OTM} = 45(0,3426) + 1250(1-0,3426) = 837,167 \approx \mathbf{838}}$$

$$\mathbf{\%7 \text{ için OTM} = 45(0,1779) + 1250(1-0,1779) = 1035,630 \approx \mathbf{1036}}$$

$$\mathbf{\%9 \text{ için OTM} = 45(0,0880) + 1250(1-0,0880) = 1143,960 \approx \mathbf{1144}}$$

$$\mathbf{\%10 \text{ için OTM} = 45(0,0611) + 1250(1-0,0611) = 1176,374 \approx \mathbf{1177}}$$

Bulunan bu değerler yardımıyla kullanılan kusurlu oranlarına göre Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de ortalama toplam muayene sayısı eğrisinin izimi Şekil 28'de gösterilmiştir.



Şekil 28. Divapan için ortalama toplam muayene sayısı eğrisi

4. TARTIŞMA

Çalışma Kastamonu ve Düzce İllerinde yer alan iki adet MDF fabrikasında yapılmıştır. Bu fabrikaların seçilmesinde amaç MDF üretiminde uyguladıkları preslemenin farklı olması ve her iki müessesenin de yurt içi piyasada söz sahibi olmalarıdır.

Kastamonu SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş, sıcak pres olarak Siempelkamp Continue presi kullanırken Düzce Divapan 8 katlı pres kullanmaktadır. Her iki müessese, istenilen kalınlıkta MDF üretimini yapabilecek teknolojiye sahiptir. Her iki müessesenin iş akışları aynı olmasına rağmen sadece presleme yönteminin farklı olduğu ve preslemeden sonra SFC önce ebatlama yaparken sonra soğutmaktadır. Divapan ise önce yıldız soğutucuda MDF'leri dinlendirmekte sonra ebatlama yapmaktadır.

Kastamonu SFC, bünyesinde bulunan Baks Tutkal tesisi ile kendi tutkal ihtiyacını karşılamaktadır.

Her iki müessesede entegre tesis olarak kurulmuş ve halen MDF ana ürün yanında mdflam, dekoratif profil, SFC'de yonga levhalar da entegre olarak üretilmektedir.

SFC'de kullanılan Siempelkamp Continue pres ile ortalama 23 saniyede bir MDF plakası (18mmX210cmX360cm) üretilmektedir. Presin ortalama hızı 120 mm/sn'dir. Düzce Divapan'da kullanılan pres 8 katlıdır. 8 katlı presin bir seferde doldurulup boşaltılması ve sıcak presleme için geçen süre 320 sn'dir. Her presleme esnasında üretilen MDF (18mmX210cmX280cm) 8X2 = 16 adet plakadır.

SFC'de bir vardiyada ortalama olarak (18mmX210cmX360cm) 1200 adet plaka üretilirken Düzce Divapan müessesesinde (18mmX210cmX280cm) 1250 adet plaka üretilmektedir.

Her iki müessesede de her vardiyada en az bir defa olmak üzere ve üretimin herhangi bir zamanında kontrol numunesi alınmakta ve laboratuarda ilgili standarda uygun olarak testler yapılmaktadır. Yapılan test sonuçları kataloglanmaktadır.

Laboratuarlarda yapılan testler kalınlık ölçümü, yoğunluk testi, yüzeye dik çekme direnci, eğilme direnci ve 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme testidir.

Her iki müessesede üretimini TS 64-1'de belirtilen şartlara uygun olarak yapmaktadır.

Her iki müessesenin de pazarlarının ana kısımlarını yurt içi piyasa oluşturmaktadır. Bunun yanında yurt dışına yapılan ihracatlarla da ülke ekonomisine katkıda

bulunmaktadırlar. Bunun yanında yaklaşık 456 kişiye sağladıkları iş imkanları ile de ülke ekonomisine büyük katkılar yapmaktadırlar. Ayrıca üretilen MDF'lerin pazarlara taşınmasında yararlanan taşıma kooperatifleri ile de yeni bir istihdam alanı oluşturulmuş ve ekonominin canlandırılmasına katkıda bulunulmaktadır.

Her iki müessesede de yazılı kalite politikaları bulunmaktadır. Divapan; Türkiye'de sektöründe ISO 9001 Kalite Güvence Sistem Belgesini alan ilk firmadır. Divapan uluslararası "OHSAS 18001 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği" ile "SA 8000 Sosyal Sorumluluk Standardı" belgesi alan Türkiye'de ilk ve tek, dünyada da 52. firma olma özelliğini taşımaktadır. Her iki müessesede çevreye özel önem verdiklerini vurgulamışlardır. Hatta Divapan ISO 14000 Çevre Yönetim Sistemi Belgesine sahip olduğunu belirtmiştir.

Her iki müessesede de AR-GE çalışmaları yapıldığı vurgulanmıştır. Ve piyasa şartlarının sürekli olarak kontrol edildiği ve takip edildiği belirtilmiştir.

Yapılan çalışmada bulunan n örnek hacmi rasgele olarak seçilmiş bir 45 birimlik partinin incelenmesi ile tek katlı örnekleme planı oluşturulmuştur.

Ayrıca laboratuarda yapılan testler sonucunda elde edilen test sonuçları kullanılarak eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, yoğunluk ve 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme değerleri kullanılarak ve excelden de yararlanılarak test edilen her bir özelliğe ait olarak ve her iki müessese içinde ayrı ayrı olarak ölçülmüş özelliklere ait olan X kontrol grafikleri oluşturulmuştur.

Yine yapılan çalışmada çalışma karakteristiğinin oluşturulmasında uygulanabilen hipergeometrik ihtimal dağılımına göre hesaplama, binom ihtimal dağılımına göre hesaplama, normal dağılıma göre hesaplama ve poisson dağılımına göre hesaplama olmak üzere 4 farklı yolun olduğu ve bu yolların yaklaşık aynı değerler verdiği görülmüştür. Uygulama açısından en kolay olan yolun Poisson ihtimal dağılımına göre hesaplama olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışma karakteristiği eğrisi hesaplanırken c kusurlu sayısının 1 olduğu ve ölçümler sonucunda bulunan k kusurlu sayısının da 1 olduğu görülmüştür. Hesaplamalarda geçerli kalite düzeyi %5, ve parti kalite düzeyi toleransı %10 olarak kullanılmıştır. Ayrıca kullanılan p^1 kusurlu oranları 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,06, 0,07, 0,08, 0,09, 0,10 olarak ele alınmış ve çalışma karakteristiği eğrisi ve çıkan ortalama kalite eğrisi oluşturulurken bu p^1 kusurlu oranlarından yararlanılmıştır.

Ortalama toplam muayene sayısı eğrisi oluşturulurken kullanılan P kabul ihtimalleri %1, %3, %5, %7, %9 ve %10 olarak ele alınmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ölçülemeyen şey değerlendirilemez ve iyileştirilemez; bu nedenle ölçüm ve ölçüm değerleri kullanılarak yapılan istatistik, kalitenin iyileştirilmesinde vazgeçilmez parçalardır.

İstatistiksel proses kontrol uygulamalarında müşteri ön plandadır. Amaç gerek iç gerekse dış müşteri taleplerinin en ekonomik şekilde karşılanmasıdır. Bu nedenle tüm istatistiksel proses kontrol araçları tek kriter kullanır: Müşteri Spesifikasyonları. İç müşterilerin spesifikasyonu olarak kendisinden bir işlem basamağı sonraki sürecin spesifikasyonlarını belirtilirken, dış müşterilerin spesifikasyonları olarak da son ürünün kullanıcılarının spesifikasyonları belirtilmektedir. İstatistiksel Proses Kontrol teriminde kullanılan "Kontrol" kelimesi, aslında tüm süreç çıktılarının müşterinin önceden belirlediği spesifikasyon limitleri içinde olmasını güvence altına almaktadır. Müşterinin belirlediği spesifikasyonlar dışında kalan tüm veriler "Hata" olarak kabul edilmektedir.

Kalite yaklaşımında amaç hata kaynaklarını bulmak ve hatayı meydana gelmeden önce önlemek olduğu için istatistiksel bilgiler önem kazanmaktadır. Yalnızca istatistiksel bilgileri toplamak yeterli değildir, yorumlamak da çok önemlidir. Bu yüzden toplanan verilerle elde edilen bilgiler arşivlenmelidir. Her iki müessesede de laboratuarda yapılan testler sonucunda elde edilen deney sonuçları düzenli olarak arşivlenmekte, haftalık ve aylık olarak değerlendirilmektedir.

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. ve Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilen 18 mm kalınlıkta MDF'ler üzerinde istatistiksel proses kontrolüne bağlı olarak yapılan çalışmada; iki müesseseden alınan verilerde yoğunluk, yüzeye dik çekme direnci, eğilme direnci ve 24 saat suda bekletme ile şişme değerleri incelenerek, X kontrol grafikleri oluşturulmuştur. Kalınlık değerleri incelenerek tek katlı örnekleme planı, çalışma karakteristiği eğrisi, çıkan ortalama kalite eğrisi ve ortalama toplam muayene sayısı eğrisi ile ilgili uygulamalar yapılmıştır.

SFC işletmesinin yoğunluk verileri kullanılarak hazırlanan kontrol grafiği incelendiğinde üretilen MDF levhalarının standartlara uyan ve belirlenen kontrol limitleri arasında kalan bir üretimin yapıldığı görülmektedir.

SFC yoğunluk değerlerinin kontrol limitleri $\bar{U}KL = 807,74$, $M\check{C} = 723,95$ ve $AKL = 640,16$ olarak tespit edilmiştir. Bulunan bu değerler üretimin yapıldığı sırada yoğunluk için yapılan testlerden elde edilen sonuçların karşılaştırılmasında kullanılabilir.

Divapan yoğunluk değerleri kullanılarak hesaplanan kontrol limit değerleri $\bar{U}KL$ için 771,65, $M\check{C}$ için 741,47 ve AKL için de 711,29 bulunmuştur. Divapan için hazırlanan X kontrol grafiğinden de görüldüğü gibi üretilen MDF levhalarının standartlara uyan ve belirlenen kontrol limitleri arasında kaldığı görülmektedir.

SFC eğilme direnç değerleri kontrol limitleri $\bar{U}KL = 39,94$, $M\check{C} = 29,23$ ve $AKL = 18,52$ şeklinde bulunmuştur. TS 64'de eğilme direnci için standart ölçü değeri olarak 20 N/mm^2 olduğu göz önüne alınırsa SFC'nin ürettiği MDFler için standartların üstünde değer taşıyan levhalar üretildiği bulunmuştur.

Divapan eğilme direnç değerleri ile hesaplanan kontrol limitleri $\bar{U}KL$ için 447,42, $M\check{C}$ için 339,86 ve AKL için de 237,70'dir. Aynı şekilde Divapan'ın da ürettiği 18 mm kalınlıktaki MDFlerin standartlara uygun olduğu bulunmuştur.

SFC yüzeye dik çekme direnç değerleri $\bar{U}KL = 0,94$, $M\check{C} = 0,64$ ve $AKL = 0,34$ olarak tespit edilmiştir. Yüzeye dik çekme direnci için TS 64'de belirtilen standart değer $0,55 \text{ N/mm}^2$ 'dir. Yüzeye dik çekme direnç değerleri için hazırlanan X kontrol grafiği incelendiğinde SFC'de üretilen MDF levhalarının direnç değerlerinin standartlara uyduğu bulunmuştur.

Divapan yüzeye dik çekme direnç değerleri kullanılarak hesaplanan X kontrol grafiğinde de görüldüğü gibi $\bar{U}KL = 7,96$, $M\check{C} = 6,43$ ve $AKL = 4,90$ olarak tespit edilmiş ve üretilen MDF levhalarının TS 64'de belirtilen standartlara uygun olarak üretildiği görülmüştür.

SFC'de 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme direnç değerleri kullanılarak bulunan kontrol limitlerinin $\bar{U}KL$ için 19,18, $M\check{C}$ için 8,53 ve AKL için de 0 olduğu tespit edilmiştir. 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme oranı için TS 64'de belirtilen oran %12'dir. Bulunan bu kontrol limitleri ile üretimin kontrol altında ve standartlara uygun olarak yapıldığı bulunmuştur.

Divapan için 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme değerleri kullanılarak hesaplanan kontrol noktaları $\bar{U}KL = 13,71$, $M\check{C} = 8,31$ ve $AKL = 2,91$ olarak tespit edilmiştir. Bu değerler göz önüne alındığında Divapan'ın ürettiği MDF levhalarında kalınlığına şişme oranı için standartlara uyan değerlerin elde edildiği görülmektedir.

Bütün veriler göz önüne alındığında SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. ve Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilen 18 mm kalınlıktaki MDF'ler için üretimin standartlara uygun olarak yapıldığını söyleyebiliriz. Üretim esnasında her iki işletmede de prosesler her zaman kontrol altında tutulmakta ve üretimde kontrol edilmektedir.

Elde edilen veriler ışığında üretim esnasında ekstrem bir durum olmaması halinde üretime müdahale edilmesine gerek yoktur.

Grafiklerde görülen MÇ'den sapmalar sistematik olarak meydana gelmemektedir. Bu durum üretimin sistematik bir hata içermediğini göstermektedir.

Her iki işletme içinde kalınlık için kullanılacak tek katlı kabul örnekleme planı için bir vardiyada üretilen MDF levhalarını temsil edecek örnek hacmi 45 olarak bulunmuştur. Yani bir vardiyada üretilen MDF levhaları için o partide üretilen 45 plaka MDF levhası içeren herhangi bir MDF istifinin incelenmesi yeterli olacaktır.

Çalışma karakteristiği eğrisinin hesaplanmasında dört farklı yol vardır. Bu yollarla bulunan sonuçlar birbirine çok yakın değerler içermektedir. Poisson dağılımına göre yapılan hesaplamalarla çalışma karakteristiği eğrisi oluşturulmuştur.

Oluşturulan çalışma karakteristiği eğrisi ile SFC ve Divapan için β riski ile (%10) kabul edilme olasılığı bulunan kötü kalitede bir partinin kusurlu parça oranı 0,0866 olarak bulunmuştur. Yani kusurlu oranı %8,66'dan daha fazla olan partilerin kötü partiler olacağı tespit edilmiştir.

Yine SFC ve Divapan için oluşturulan çalışma karakteristiği eğrisi yardımıyla geçerli kalite düzeyi yani α riski ile reddedilme olasılığı bulunan iyi kalitede bir partinin kusurlu parça oranı 0,00777 olarak tespit edilmiştir. Buradan da kusurlu oranı %0,777'den az olan partiler iyi partiler olarak tespit edilmiştir.

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de bir vardiyada üretilen 18 mm kalınlıkta MDF'lerden oluşan üretimde maksimum 10 tane hatalı ürünün olması o vardiyada üretilen ürünlerin iyi parti olduğunu gösterir.

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilen 18 mm MDF'ler için de bu oran 10 olarak bulunmuştur. Bir vardiyada üretilen MDF'lerden maksimum 10 tane hatalı ürün ortaya çıkması durumunda o vardiyada üretilen ürünler iyi parti ürünleri olarak ele alınabilir.

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de bir vardiyada üretilen 18 mm kalınlıkta MDF'lerden oluşan üretim esnasında oluşan 104 adet hatalı üründen fazla

hatalı ürün üretilmesi durumunda o vardiyada üretilen ürünler için o partinin kötü parti olarak değerlendirildiği bulunmuştur.

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'de üretilen 18 mm kalınlıkta MDF'lerden bir vardiyada üretilen partinin kötü parti olarak değerlendirilebilmesi için içermesi gereken hatalı ürün sayısı minimum 109 olarak bulunmuştur.

SFC için bir vardiyada üretilen ürünlerin içerdiği hatalı ürün sayısı 10-104 arasında kalırsa o parti ara parti olarak değerlendirilmelidir.

Divapan için ise bir vardiyada üretilen MDF levhalarının içerdiği hatalı ürün sayısı 10-109 arasında kalırsa bu parti ara parti olarak tespit edilmiştir.

Bulunan bu kontrol değerlerin, işletmelerde yüksek teknolojinin olması ve günümüz kalite anlayışının da daha dar toleranslar arasında kalmasından dolayı yüksek değerde olduğunu söyleyebiliriz.

SFC Entegre Orman Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ne ait olarak bulunan bu kontrol değerleri Siempelkamp Continue Pres ile üretim yapan ve bir vardiyada ortalama olarak 1200 adet 18 mm kalınlıkta MDF plakası üreten işletmeler için geçerli kalite düzeyleri olarak tespit edilmiştir.

Divapan Entegre Ağaç Panel Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ne ait olarak hesaplanan kontrol değerleri 18 mm kalınlıkta MDF plakası üretiminde 8 katlı pres kullanan ve bir vardiyada ortalama olarak 1250 adet 18 mm kalınlıkta MDF üreten işletmeler için geçerli kalite düzeyleri olarak tespit edilmiştir.

Her iki işletmenin sonuçları ele alındığında her iki işletmenin ürünlerinin istenen kalite ve standartlarda olduğu görülmektedir. Her iki fabrikanın kalınlık değeri, yoğunluk, eğilme ve yüzeye dik çekme dirençleri ile 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme değerlerini kıyaslamak için SPSS paket programında iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi olan Independent-t testi yapılmıştır. Bu test sonuçlarına göre kalınlık değeri, yüzeye dik çekme direnci ve 24 saat suda bekletme ile kalınlığına şişme değerleri arasında iki fabrikanın ürettiği ürünler açısından bir farkın olmadığı bulunurken, yoğunluk ve eğilme direnci değerlerine göre iki fabrika arasında %95 güvenle bir farklılık çıkmıştır ve Divapan'ın verilerininin SFC'den daha iyi olduğunu söyleyebiliriz.

Orman Ürünleri Sanayinde uygulamalı olarak yapılan istatistiksel kalite kontrol çalışmalarının işletmelere Avrupa Birliği sürecinde önemli katkılar sağlayacağı söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

1. Süzek, M., Tek Aşamalı Nitel ve Nicel Kabul rnekleme Planlarına eşitli Yaklaşımlar ve Uygulamaları, H Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 156 s. Ankara, 2000.
2. Bircan, H ve zcan, S., Excel Uygulamalı Kalite Kontrol, Yargı Yayınevi, Yayın No: 98-2003, Ankara, 2003.
3. Özden, Y., Eğitimde Dönüşüm. Eğitimde Yeni Değerler, Pegem A Yayınları, Ankara, 1999.
4. Hergüner, R., Eğitimde Toplam Kalite Uygulamasının Sağlayacağı Yararlar, Eğitim Yönetimi Sayı: 13, Pegem A Yayıncılık, Ankara, 1988.
5. Akın, B., etin, C., ve Erol, V., Toplam Kalite Yönetimi ve ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi, Beta Yayınları, İstanbul, 1998.
6. Kayan, N., Kalite Kavramı ve Gelişimi I, Standart Ekonomik ve Teknik Dergi, (1996) 35, 419
7. Efil, İ., Toplam Kalite Yönetimi ve Toplam Kaliteye Ulaşmada nemli Bir Araç – ISO 9000 Kalite Güvence Sistemi, Uludağ Üniversitesi Yayınları, Yayın No 110, Bursa, 1996.
8. Ensari, H., 21. Yüzyıl Okulları İçin Toplam Kalite Yönetimi, Sistem Yayıncılık, İstanbul, 1999.
9. Garvin, D., Managing Quality: A Strategic and Competitive Edge, USA, The Free Press, 1988.
10. Bozkurt, R. ve Odaman, A., ISO 9000 Kalite Güvence Sistemleri, MPM Yayınları, Yayın No 549, Ankara, 1995.
11. Top, Y., Karadeniz Bölgesi Orta ve Büyük lekli Orman rnleri Sanayinde Toplam kalite Yönetimi Açısından Mevcut ve Potansiyel Durum Analizi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 81 s. 1996.
12. Pakdemir, I.,M., İşletmelerde Kalite Yönetimi-Kavramlar, Kalite İyileştirme Süreci, Vak'alar, Beta Basım Yayım, İstanbul, 1992.
13. Toplam Kalite Yönetimi Araştırma Komitesi, Toplam Kalite Yönetiminde Türkiye Perspektifi, niform, İstanbul, 1994.
14. zveren, M., Toplam Kalite Yönetimi – Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Alfa Yayınları, Yayın No: 349, İstanbul, 1996.

15. Demir, M.H. ve Gümüőođlu, Ő., Üretim/İşlemler Yönetimi, Beta Yayınları, İstanbul, 1994.
16. Doğan, Ü., Kalite Yönetimi ve Kontrolü, İstiklal Matbaası, Yayın No: 128, İzmir, 1991.
17. Doğan, İ.Ö., Kalite Uygulamalarının İşletmelerin Rekabet Gücü Üzerine Etkisi, Dokuz Eylöl Üniversitesi, SBE Dergisi Cilt: 2, Sayı: 1, ISSN: 1302-3284, İzmir, 2000.
18. Peőkiriciođlu, N., Kalite Yönetiminde ISO 9000 Uygulamaları, MPM Yayınları, No: 620, Ankara, 1997.
19. Yenersoy, G., Toplam Kalite Yönetimi, Rota Yayınları, İstanbul, 1997.
20. Tekin, M., Üretim Yönetimi, Cilt 2, Geliştirilmiş ve Deđiőtirilmiő 3. Baskı, Arı Ofset, Konya, 1996.
21. Ishikawa, K., Toplam Kalite Kontrol, Kal-Der Yayınları, No:7, İstanbul, 1995.
22. Kobu, B., Endüstriyel Kalite Kontrolü, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 3425, İstanbul, 1987.
23. Widicomble, L., Management, Florida, Prentice-Hall Inc, 1993.
24. Gür, J., Kalite Maratonu, ASİAD ve KOSGEB Yayını, Ankara, 1996.
25. Çınar, M., Kalite Yönetimi, Kayseri, 1993.
26. Tosun, K., İşletme Sevk ve İdaresinde Kontrol ve Revizyon, I. cilt, Baha Matbaası, İstanbul, 1959.
27. Redhouse Sözlüğü, 20. Basım, İstanbul, 1993.
28. Kalder, Kalite Yönetimi, TSE Kalite Seminer Notları, Ankara, 1988.
29. James, G., Quality of Working Life and Total Quality Management, International Journal of Manpower, V.: 13, No: 1, 1992.
30. Besterfield, D.H., Quality Control, Prentice-Hall Inc. Englewood Clift, NewJersey, 1979.
31. Kobu, B., Üretim Yönetimi, 9. Baskı, ISBN 975-94850-0-1, Avcıol Basım Yayın, İstanbul, 1996.
32. Ően, A. ve Tümer, T., Toplam Kalite Kontrolü, TMMOB Endüstri Mühendisliği Komisyonu, İzmir, 1991.

33. Tan, S. ve Peşkirioğlu, N., Kalitesizliğin Maliyeti, MPM Yayınları No: 316, Ankara, 1991.
34. Caplen, R.A., Practical Approach to Quality Control, Brandom/Systems Pres, Princeton, 1969.
35. Berküm, T.İ., Standartlaştırma ve Türkiye'deki Uygulamaları, Ankara, 1975.
36. MPM, Küçük İşletmelerde Kalite Kontrol Yöntemleri, MPM Yayınları, Ankara, 1974.
37. Mizuno, S., Company-Wide Total Quality Control, Asian Productivity Organization, Sixth Printing, 1992.
38. Kovancı, A., Toplam Kalite Yönetimi Fakat Nasıl?, Sistem Yayıncılık, İstanbul, 2003.
39. Feigenbaum, A.V., Total Quality Control, McGraw-Hill Company, New York, 1961.
40. Engels, J.F., Blackwell, R.D., and Minlard, P.W., Customer Behavior, Dryden Pres, Florida, 1993.
41. Halis, M., Paradigmadan Uygulamaya Toplam Kalite Yönetimi ve ISO-9000 Kalite Güvence Sistemleri, ISO-9002 Kalite Belgesi Çalışmaları, Beta Yayınları, İstanbul, 2000.
42. Gür, J., Kalite Maratonu, Asiad Kosgeb, Kültür Matbaası, Ankara, 1996.
43. Ertiryaki, İ., Kalite Kontrolü, İTÜ Sakarya Mühendislik Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1992.
44. Agree, Reliability of Military Electron Equipment, Government Printing Office, Washington, 1957.
45. Sweinberg, S., Profit Through Quality, Gover Pres, 1970.
46. Mastaalerr, R., Kalite Kontrol, 1980.
47. Özen,H., Üretim Yönetimi II, Adana İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, Adana,1980.
48. Özmen, A., Uygulamalı Araştırmalarda Örneklem Yöntemleri, AÜ yayınları No: 1257, Eskişehir, 2000.
49. Akın, B., ISO 9000 Uygulamasında Örneklem ve Numune Alma Teknikleri, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1997.
50. Serper, Ö. ve Aytaç, M., Örneklem, Filiz Kitapevi, İstanbul, 1988.
51. Tekin, M., Üretim Yönetimi, Cilt: 2, Arı Ofset, Konya, 1998.

52. Akkurt, M., Kalite Kontrol, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2002.
53. Juran, J.M., Quality Control Handbook, McGraw-Hill, 1962.
54. Ercan, F., Makine Sanayinde Kalite Kontrolü, G.Ü. Basın Yayın Yüksek Okulu Matbaası, Ankara, 1987.
55. Canküyer, E. ve Zerrin, A., Parametrik Olmayan İstatistiksel Teknikler, A.Ü. Yayınları, Yayın No: 1266, Eskişehir, 2001.
56. Demir, H. ve Gümüsoğlu, Ş., Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi), Beta Basım Yayım, İstanbul, 1998.
57. Can, H., Tuncer, D. ve Ayhan, D.Y., Genel İşletmecilik Bilgileri, Siyasal Kitapevi, Ankara, 1995.
58. Kendall, M.G. and Smith, B.B., Tables of Random Sampling Numbers, Cambridge University Press, New York, 1954.
59. Yamane, T., Esin, A., Bakır, M.A., Aydın, C. ve Gürbüzsel, E., Temel Örnekleme Yöntemleri, Literatür Yayınları No: 53, İstanbul, 2001.
60. Güriş, S., İstatistiksel Tahmin Teorisi ve Örnekleme Yöntemleri, M.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayını, İstanbul, 1992.
61. Cıngı, H., Örnekleme Kuramı, Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Ders Kitapları Dizisi: 20, Ankara, 1990.
62. Bağırkan, Ş., İstatistiksel Analiz, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 1993.
63. Sower, V.E., Motvanli, J., and Savoie, M.J., Are Acceptance Sampling and SPC Copplementary or Incompatible?, Quality Progress, Vol. 26, No: 9, 1993.
64. TSE, Statistics-Vocabularyly and Symbols-Part 2: Statistical Quality Control, TS. 11659/Nisan, 1995.
65. Duncan, A.J., Quality Control and Industrial Statistics, 4rd. Edition, Irwin Homewood, 1974.
66. Olgun, B., Kalite Kontrol ve Kalite Kontrolde Kullanılan İstatistiki Yöntemler ve Uygulama, M.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 157 s. İstanbul, 1994.
67. Dhillon, B.S., Quality Control, Reliability and Engineering Design, New York, 1985.
68. Kartal, M., İstatistiksel Kalite Kontrolü, Şafak Yayınları, Erzurum, 1999.
69. Gözülü, S., Endüstriyel Kalite Kontrolü, İ.T.Ü. Kütüphanesi Sayı: 1416, İstanbul, 1990.

70. Barlı, Ö., Kalite Kontrol Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi, Basılmamıştır, 2002.
71. TSE, Sampling Procedures for Inspection by Attribute Part-0: Introduction to the ISO-2859 Attribute Sampling System, TS. 2756-0, ISO-2859-0/Kasım, 1995.
72. Günel, A., İstatistik Analiz ve Kalite Kontrol, Cilt 2, KTÜ Orman Fakültesi Fakülte Yayın No: 102, Trabzon, 1986.
73. Hansen, B.L., Quality Control, Prentice-Hall Inc., 1966.
74. Juran, J.M. and Gryna, F.M., Juran's Quality Control Handbook, Mc. Grow Hill Book Company, New York, 1988.
75. TSE 2756 – ISO 2859, Muayene ve Deney İçin Numune Alma Metotları - Nitel Özelliklere Göre- Numune Alma Sistemleri, T.S.E., Ankara, Kasım 1995
76. Hansen, B.L., Quality Control: Theory and Applications, Prentice-Hall, 1963.
77. Gürkan, K., İstatistik ve Araştırma Metotları, İstanbul, 1977.
78. Montgomery, D.C., Introduction to Statistic Quality Control, John Wiley and Sons, New York, 2001.
79. Köseoğlu, M. ve Yamak, R., Uygulamalı İstatistik, Derya Kitapevi, Trabzon, 2002.
80. Özcan, B., Orman ürünleri Sanayinin Önemi ve Ülke Ekonomisine Katkısı, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi, 61 (1991) 16,
81. Duru, N., Cumhuriyetimizin 50. Yılında Ormancılığımız, Orman Genel Müdürlüğü, Yayın Sıra No: 187, Ankara, 1981.
82. Özen, R. ve Vurdu, H., Türkiye Orman Ürünleri Sanayinin Genel Durumu, Türkiye'de Orman Ürünleri Sanayi Paneli, Tebliğ Metinleri, Ankara, 1988.
83. Akyüz, K.C., Doğu Karadeniz Bölgesinde Yer Alan Küçük ve Orta Ölçekli Orman Ürünleri Sanayi İşletmelerinin Yapısal Analizi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, 189 s. Trabzon, 2000.
84. Türker, M.F., Girdi-Çıktı Modeli Yardımıyla Ormancılık Sektörlerinin Ekonomik Analizi (Ülke ve Trabzon Alt Bölge Örneği), Bölgesel Kalkınma Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Trabzon, 1994, s. 220-235.
85. Bali, R., Trade Links Strengthening as Turkey's Forest Sector is Modernized Turkey Forest product Markets, Forest Products Annual Market Review, 2001-2002.
86. Eroğlu, H. ve Usta, M., Liflevha Üretim Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:30, Genel yayın No: 200, Trabzon, 2000.

87. Konukçu, M., Ormanlar ve Ormancılığımız, Faydaları, İstatistiki Gerçekler Anayasa, Kalkınma Planları, Hükümet Programları ve Yıllık Programlarda Ormancılık, D.P.T. Yayın No: 2630, Ankara, 2001.
88. Özen, R., Lif Levhanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ve Bunlara Tesir Eden Faktörler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B-4, 1976, 49-82.
89. Kollmann, F.P., Principles of Wood Science and Technology II, Wood Based Materials, Springer Ferlag Berlin 1975.
90. Çehreli, H. T., Orta Sert Lif Levhaları (MDF) Odun Kökenli Ürün ve Sanayi Sorunları Semineri MPM Yayın No: 02, Ankara 1984.
91. İstek, A., Buğday Saplarından (*Triticum aestivum* L.) Orta Yoğunlukta Lif Levha Üretimi, Doktora Tezi, K.Ü. F.B.E., Zonguldak, 1999.
92. Top, Y., Lif Levha Endüstrisinde Bakım Planlamasının Kalite Üzerine Etkisi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 100 s. Trabzon, 2004.
93. Anonim, Forest Product Statistics 1997-2001, UN/ECE Trade Division, Switzerland, 2002.
94. Minato, G., Dimensional Stabilization of Medium Density Fiberboard by Formaldehyde Treatment, Mokuzai Gakkaishi Vol. 38, No: 1, Kyoto, Japan, 1992.
95. TS 64-5, Lif Levhalar – Özellikler Bölüm 5: Kuru İşlem Levhaları (MDF), T.S.E., Ankara, I. Baskı, 1997.
96. Serin, H., Akyüz, İ., Cindık, H., ve Akyüz, K.C., İçel İli Küçük ve Orta Ölçekli Orman Ürünleri Sanayi İşletmelerinin Yapısı, Sorunları ve Çözüm Önerileri, Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Mayıs 2002 Cilt: 2, No: 1, ISSN : 1303-2399, Kastamonu, 2002, s. 34-46.

7. EKLER

Ek 1. Poisson dağılımı olasılıkları tablosu

c' veya np'	c									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,02	0,980	1,000								
0,04	961	999	1,000							
0,06	942	998	1,000							
0,08	923	997	1,000							
0,10	905	995	1,000							
0,15	861	990	999	1,000						
0,20	819	982	999	1,000						
0,25	779	974	998	1,000						
0,30	741	963	996	1,000						
0,35	705	951	994	1,000						
0,40	670	938	992	999	1,000					
0,45	638	925	989	999	1,000					
0,50	607	910	986	998	1,000					
0,55	577	894	982	998	1,000					
0,60	549	878	977	997	1,000					
0,65	522	861	972	996	999	1,000				
0,70	497	844	966	994	999	1,000				
0,75	472	827	986	993	999	1,000				
0,80	449	809	953	991	999	1,000				
0,85	427	791	945	989	998	1,000				
0,90	407	772	937	987	998	1,000				
0,95	387	754	929	984	997	1,000				
1,00	368	736	920	981	996	999	1,000			
1,1	333	699	900	974	995	999	1,000			
1,2	301	663	879	966	992	998	1,000			
1,3	273	627	857	957	989	998	1,000			
1,4	247	592	833	946	986	997	999	1,000		
1,5	223	558	809	934	981	996	999	1,000		
1,6	202	525	783	921	976	994	999	1,000		
1,7	183	493	757	907	970	992	998	1,000		
1,8	165	463	731	891	964	990	997	999	1,000	
1,9	150	434	704	875	956	987	997	999	1,000	
2,0	135	406	677	857	947	983	995	999	1,000	

Ek 1'in devamı

c' veya np ⁱ	c									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,2	0,111	0,355	0,623	0,819	0,928	0,975	0,993	0,998	1,000	
2,4	091	308	570	779	904	964	988	997	999	1,000
2,6	074	267	518	736	877	651	983	995	999	1,000
2,8	061	231	469	692	848	935	976	992	998	999
3,0	050	199	423	647	815	916	966	988	996	999
3,2	041	171	380	603	781	895	955	983	994	998
3,4	033	147	340	558	744	871	942	977	992	997
3,6	027	126	303	515	706	844	927	969	988	996
3,8	022	107	269	473	668	816	909	960	984	994
4,0	018	092	238	433	629	785	889	949	979	992
4,2	015	078	210	395	590	753	867	936	972	989
4,4	012	066	185	359	551	720	644	921	964	985
4,6	010	056	163	326	513	686	818	905	955	980
4,8	008	048	143	294	476	615	791	887	944	975
5,0	007	040	125	265	440	615	762	867	932	968
5,2	006	034	109	238	406	581	732	845	918	960
5,4	005	029	095	213	373	456	702	822	903	951
5,6	004	024	082	191	342	512	670	797	886	941
5,8	003	021	072	170	313	478	638	771	867	929
6,0	002	017	062	151	285	446	606	744	847	916
	10	11	12	13	14	15	16			
2,8	1,000									
3,0	1,000									
3,2	1,000									
3,4	999	1,000								
3,6	999	1,000								
3,8	998	999	1,000							
4,0	997	999	1,000							
4,2	996	999	1,000							
4,4	994	998	999	1,000						
4,6	992	997	999	1,000						
4,8	990	996	999	1,000						
5,0	986	995	998	999	1,000					
5,2	982	993	997	999	1,000					
5,4	977	990	996	999	1,000					
5,6	972	988	995	998	999	1,000				
5,8	965	980	993	997	999	1,000				
6,0	957	980	991	996	999	999	1,000			

Ek 1'in devamı

c' veya np ¹	c									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6,2	0,002	0,015	0,054	0,134	0,259	0,414	0,574	0,716	0,826	0,902
6,4	002	012	046	119	235	384	542	687	803	886
6,6	001	010	040	105	213	355	511	658	780	869
6,8	001	009	034	093	192	327	480	628	755	850
7,0	001	007	030	082	173	301	450	599	729	830
7,2	001	006	025	072	156	276	420	569	703	810
7,4	001	005	022	063	140	253	392	539	676	788
7,6	001	004	019	055	125	231	365	510	648	765
7,8	000	004	016	048	112	210	338	481	620	741
8,0	000	003	014	042	100	191	313	453	593	717
8,5	000	002	009	030	074	150	265	386	523	653
9,0	000	001	006	021	055	116	207	324	456	587
9,5	000	001	004	015	040	089	165	269	392	522
10,0	000	000	003	010	029	067	130	220	333	458
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
6,2	0,949	0,957	0,989	0,995	0,998	0,999	1,000			
6,4	939	969	986	994	997	999	1,000			
6,6	927	963	982	992	997	999	999	1,000		
6,8	915	955	978	990	996	998	999	1,000		
7,0	901	947	973	987	994	998	999	1,000		
7,2	887	937	967	984	993	997	999	999	1,000	
7,4	871	926	961	980	991	996	998	999	1,000	
7,6	854	915	954	976	989	995	998	999	1,000	
7,8	835	902	945	971	986	993	997	999	1,000	
8,0	816	888	936	966	983	992	996	998	999	1,000
8,5	763	849	909	949	973	986	993	997	999	999
9,0	706	803	876	926	959	978	989	995	998	999
9,5	645	752	836	898	940	967	982	991	996	998
10,0	583	697	792	864	917	951	973	986	993	997
	20	21	22							
8,5	1,000									
9,0	1,000									
9,5	999	1,000								
10,0	998	999	1,000							

Ek 1'in devamı

c' veya np'	c									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,5	0,000	0,000	0,002	0,007	0,021	0,050	0,102	0,179	0,279	0,397
11,0	000	000	001	005	015	038	079	143	232	341
11,5	000	000	001	003	011	028	060	114	191	289
12,0	000	000	001	002	008	020	046	090	155	242
12,5	000	000	000	002	005	015	035	070	125	201
13,0	000	000	000	001	004	011	026	054	100	166
13,5	000	000	000	001	003	008	019	041	079	135
14,0	000	000	000	000	002	006	014	032	062	109
14,5	000	000	000	000	001	004	010	024	048	088
15,0	000	000	000	000	001	003	008	018	037	070
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
10,5	0,521	0,639	0,742	0,825	0,888	0,932	0,960	0,978	0,988	0,994
11,0	460	579	689	781	854	907	944	968	982	991
11,5	402	520	633	733	815	878	924	954	974	986
12,0	347	462	576	682	772	844	899	937	963	979
12,5	297	406	519	628	725	806	869	916	948	969
13,0	252	353	463	573	675	764	835	890	930	957
13,5	211	304	409	518	623	718	798	861	908	942
14,0	176	260	358	464	570	669	756	827	883	923
14,5	145	220	311	413	518	619	711	790	853	901
15,0	118	185	268	363	466	568	664	749	819	875
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
10,5	0,997	0,999	0,999	1,000						
11,0	995	998	999	1,000						
11,5	992	996	998	999	1,000					
12,0	988	994	997	999	999	1,000				
12,5	983	991	995	998	999	999	1,000			
13,0	975	986	992	996	998	999	1,000			
13,5	965	980	989	994	997	998	999	1,000		
14,0	952	971	983	991	995	997	999	999	1,000	
14,5	936	960	976	986	992	996	998	999	999	1,000
15,0	917	947	967	981	898	994	997	998	999	1,000

Ek 1'in devamı

c' veya np'	c									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16	0,000	0,001	0,004	0,010	0,022	0,043	0,077	0,127	0,193	0,275
17	000	001	002	005	013	026	049	085	135	201
18	000	000	001	003	007	015	030	055	092	143
19	000	000	001	002	004	009	018	035	061	098
20	000	000	000	001	002	005	011	021	039	066
21	000	000	000	000	001	003	006	013	025	043
22	000	000	000	000	001	002	004	008	015	028
23	000	000	000	000	000	001	002	004	009	017
24	000	000	000	000	000	000	001	003	005	011
25	000	000	000	000	000	000	001	001	003	006
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
16	0,368	0,467	0,568	0,659	0,742	0,812	0,868	0,911	0,942	0,963
17	281	371	468	564	655	736	805	861	905	937
18	208	287	375	469	562	651	731	799	855	899
19	150	215	292	378	469	561	647	725	793	849
20	105	157	221	297	381	470	559	644	721	787
21	072	111	163	227	302	384	471	558	640	716
22	048	077	117	169	232	306	387	472	556	637
23	031	052	082	123	175	238	310	389	472	555
24	020	034	056	087	128	180	243	314	392	473
25	012	022	038	060	092	134	185	247	318	394
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
16	0,978	0,987	0,993	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000		
17	959	975	985	991	995	997	999	999	1,000	
18	932	955	972	983	990	994	997	998	999	1,000
19	893	927	951	969	980	988	993	996	998	999
20	843	888	922	948	966	978	987	992	995	997
21	782	838	883	917	944	963	976	985	991	994
22	712	777	832	877	913	940	959	973	983	989
23	635	708	772	827	873	908	936	956	971	981
24	554	632	704	768	823	868	904	932	953	969
25	473	553	629	700	763	818	863	900	929	950
	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
19	0,999	1,000								
12	999	999	1,000							
21	997	998	999	999	1,000					
22	994	996	998	999	999	1,000				
23	988	993	996	997	999	999	1,000			
24	979	987	992	995	997	998	999	999	1,000	
25	966	978	985	991	994	997	998	999	999	1,000

Ek 2. Kontrol diyagramları katsayıları ($2 \leq n \leq 15$ için)

Örnek Hacmi (n)	X Diyagramı					σ_x Diyagramı					R Diyagramı				
	AKL ve ÜKL için Katsayılar					AKL ve ÜKL için Katsayılar					AKL ve ÜKL için Katsayılar				
	A	A ₁	A ₂	c_2	$\bar{\sigma} / \sigma$	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	\bar{R} / σ	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	
2	2,121	3,760	1,880	0,564	0	1,843	0	3,267	1,128	0	3,686	0	3,267		
3	1,732	2,394	1,023	0,724	0	1,858	0	2,568	1,693	0	4,358	0	2,568		
4	1,500	1,880	0,729	0,798	0	1,808	0	2,266	2,059	0	4,698	0	2,266		
5	1,342	1,596	0,577	0,841	0	1,756	0	2,089	2,326	0	4,918	0	2,089		
6	1,225	1,410	0,483	0,869	0,026	1,711	0,030	1,970	2,534	0	5,078	0	1,970		
7	1,134	1,277	0,419	0,888	0,105	1,672	0,118	1,882	2,704	0,205	5,203	0,076	1,882		
8	1,061	1,175	0,373	0,903	0,167	1,638	0,185	1,815	2,847	0,387	5,307	0,136	1,815		
9	1,000	1,094	0,337	0,914	0,219	1,609	0,239	1,761	2,970	0,546	5,394	0,184	1,761		
10	0,949	1,028	0,308	0,923	0,262	1,584	0,284	1,716	3,078	0,687	5,469	0,223	1,716		
11	0,905	0,973	0,285	0,930	0,299	1,561	0,321	1,679	3,173	0,812	5,534	0,256	1,679		
12	0,866	0,925	0,266	0,936	0,331	1,541	0,354	1,646	3,258	0,924	5,592	0,284	1,646		
13	0,832	0,884	0,249	0,941	0,359	1,523	0,382	1,618	3,336	1,026	5,646	0,308	1,618		
14	0,802	0,848	0,235	0,945	0,384	1,507	0,406	1,594	3,407	1,121	5,693	0,329	1,594		
15	0,775	0,816	0,223	0,949	0,406	1,492	0,428	1,572	3,472	1,207	5,737	0,348	1,572		
16	0,750	0,788	0,212	0,952	0,427	1,478	0,448	1,552	3,532	1,285	5,779	0,364	1,552		
17	0,728	0,762	0,203	0,955	0,445	1,465	0,466	1,534	3,588	1,359	5,817	0,379	1,534		
18	0,707	0,738	0,194	0,958	0,461	1,454	0,482	1,518	3,640	1,426	5,854	0,392	1,518		
19	0,688	0,717	0,187	0,960	0,447	1,443	0,497	1,503	3,689	1,490	5,888	0,404	1,503		
20	0,671	0,697	0,180	0,962	0,491	1,433	0,510	1,490	3,735	1,548	5,922	0,414	1,490		
21	0,655	0,679	0,173	0,964	0,504	1,424	0,523	1,477	3,778	1,606	5,950	0,425	1,477		
22	0,640	0,662	0,167	0,966	0,516	1,415	0,534	1,466	3,819	1,659	5,979	0,434	1,466		
23	0,626	0,647	0,162	0,967	0,527	1,407	0,545	1,455	3,858	1,710	6,006	0,443	1,455		
24	0,612	0,632	0,157	0,968	0,538	1,399	0,555	1,445	3,895	1,759	6,031	0,452	1,445		
25	0,600	0,619	0,153	0,970	0,548	1,392	0,565	1,435	3,931	1,804	6,058	0,459	1,435		
100	0,30	0,30	-----	0,990	0,780	1,200	0,790	1,211	-----	-----	-----	-----	-----		
>25	$3/\sqrt{n}$	$3/(c_2\sqrt{n})$	$3/(c_2\sqrt{n})$	$\bar{\sigma} / \sigma$	c_2-3c_3	c_2+3c_3	$1-3c_3/c_4$	$1+3c_3/c_4$	\bar{R} / σ	d_2-3d_3	d_2+3d_3	$1-3d_3/d_2$	$1+3d_3/d_2$		

ÖZGEÇMİŞ

Orman Endüstri Mühendisi Tarık GEDİK, 1975 yılında Araç/Kastamonu'da doğmuştur. 1992 yılında Kastamonu Abdurrahmanpaşa Lisesi'nden mezun olduktan sonra, aynı yıl girdiği Dicle Üniversitesi Diyarbakır Meslek Yüksekokulu Muhasebe Bölümünü 1994 yılında tamamladı ve 1995 yılında girdiği AİBÜ Düzce Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 1999 yılında mezun oldu.

Kasım 1999'da AİBÜ Düzce Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Orman Endüstri Makineleri ve İşletme Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Şubat 2002'de KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'na YÖK 35. Madde ile görevlendirildi ve aynı yıl yüksek lisans öğrenimine başladı.

Halen KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Orman Endüstri Makineleri ve İşletme Bilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışan evli, bir çocuk babası Tarık GEDİK İngilizce bilmektedir.