

ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL: YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE BİR ÇALIŞMA

İbrahim Halil ÖZDAMAR

SDÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, ISPARTA
halil@orman.sdu.edu.tr

ÖZET

Bilindiği gibi üretimde bir gereksinmeyi karşılamak amacıyla fiziksel bir varlık (mal) veya hizmet sunmak söz konusudur. Sözü edilen, mal veya hizmet üretilirken belli bir üretim sürecinden geçmektedir. Bu üretim süreci bir değişkenliğe sahiptir. Bu değişkenlik sürecin ölçülebilen çeşitli özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkmakta ve kaliteyi belirlemektedir. Bu kaliteyi ortaya koymak için, bir kalite denetimi yapılması gerekmektedir. Bu denetim, üretim devam ederken, üretim hattından küçük örneklemeler alınıp ölçümler yapılarak zaman içindeki değişim çizimlere dökülerek ve sürecin davranışı izlenerek yapılmaktadır. Üretim sürecinin incelenmesinde, değişkenlik ve gerçekleşme şansının anlaşılmasında en önemli araç İstatistiksel kalite kontrol diyagramlarıdır. Bu çalışmada bu grafikleri kullanmayan bir yonga levha fabrikasında istatistiksel kalite kontrol grafikleri kullanılarak sürecin kontrol altında olup olmadığı araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Orman endüstrisi, İstatistiksel kalite kontrol, Yonga levha.

STATISTICAL PROCESS CONTROL IN FOREST PRODUCTS INDUSTRY: CASE STUDY ON PARTICLEBOARD PRODUCTION PROCESS

ABSTRACT

As it is specified in many of related references cited, the aim of a production is to provide a service or physical goods that compensates a need. The compensation quality of the goods and services at the aimed needs is an issue that has been studying for a long time. Production of goods and services requires a definite process. Variability is specified by means of measurable attributes of the production process. Purpose of a statistical quality control is to monitor the process while it runs. The most efficient tool in monitoring of production process is statistical quality control graphics. In this case study, a quality control is performed by using statistical quality control graphics in a particleboard plant. Although production process seems well run, it is found that it is not under completely when statistical quality graphics are utilized.

Keywords: Forest products industry, Statistical process control, Particleboard.

1. GİRİŞ

Çağdaş anlamda kalite kontrolü tüketici istek ve gereksinimlerini en ekonomik bir şekilde karşılamak amacıyla bir işletme içindeki çeşitli birimleri olabildiğince en yüksek kaliteyi oluşturma ve sürdürme çabalarını birleştiren, bu arada istatistik yöntemlerini temel araç olarak kullanan bir sistemdir (Kasa, 1982).

Belirli bir amaçla ve belirgin özellikte üretilen ve üretilecek olan bir çeşit mal veya ürünün tümü, bir toplum kabul edilir. Bu toplumun birimlerinin tamamen aynı ve eşit özellikte olması arzu edilmektedir. Fakat tüm mallarda kullanılan ham maddenin homojen olması, üretim veya yapım sırasında araç ve makinaların aşınması, işçilerin yetenek ve davranış farklılıkları, çalışma koşulunda ve hava durumundaki küçük değişimler gibi sonsuz küçük ve önemsiz fakat sonsuz sayıdaki rasgele nedenlerden ileri geldiği ve tümünün homojen bir toplum oluşturduğu varsayılır. Kullanılabilir mal birimlerinden oluşan bu toplumun belirli bir olasılık dağılımının parametreleri (matematik sabitleri) bulunmaktadır. Üretici malını kabullendirmek için, ürünün bu toplumun birimi sayılabilecek nitelikte hatta daha üstün olmasına çaba göstermelidir. Keza alıcıya güven vermek üzere malların olduğunca eşit nicelik ve nitelikte bulunmasını sağlamalıdır. Bu amaçla her üretici malının niteliğini tanımak ve iyileştirmek üzere, sürekli denetlemek zorundadır (Kalıpsız, 1994).

Bu denetleme işlemi istatistiksel kalite kontrol grafikleri yardımıyla yapılmaktadır, denetleme işlemi üretim sırasında yapılabilmektedir. İstatistiksel kalite kontrol grafikleri, herhangi bir kalite karakteristiğinin bir grafiksel görüntüsüdür ve kontrol grafikleri ile üretim sürecinin kontrol altında olup olmadığı değerlendirilmektedir. Birçok üretim süreci, istatistiksel anlamda kontrol altında işlemez. Kontrol grafikleri süreç değişkenlerinin analizi, bu değişkenlere bağlı olarak süreç yeterliliğinin belirlenmesi ve bu değişkenlerin müşteri gereksinimleri ile süreç performansı arasındaki fark üzerindeki etkisinin izlenmesi için kullanılan istatistiksel araçlardır. Bu grafiklerin en önemli yararı üretim sürecinin geliştirilmesidir.

Bir üretim süreci ne kadar iyi bir şekilde tasarlanmış olursa olsun, doğal olarak bir değişkenliğe sahiptir. Örneğin; 18 litrelik teneke yağların ağırlıkları bir birinden farklı olacaktır. Bu sebepten dolayı kalite ve verimliliği artırmak için, bu değişkenliklerin nedeni belirlenmeli ve kontrol altına alınmalıdır, bu da kontrol grafikleri ile gerçekleştirilmektedir (Wheeler, 1992). Süreç değişkenliği, süreçte her zaman olan ve sürecin bütün unsurlarını etkileyen küçük kaynaklardan ve bu kaynakların birleşmesinden oluşan genel nedenlerden ve işlem, malzeme ve işçiden kaynaklanan özel nedenlerden kaynaklanır (Gitlow, 1989).

Üretim sürecinden bu nedenlerin kaldırılması durumunda değişkenlik önemli ölçüde azaltılarak süreç geliştirilebilir. Kalite kontrolünde tam sayım yerine örnekleme yönteminden yararlanılmaktadır. Örnekleme yönteminde, örnek ortalamalarına ait varyans, ana kütle çekilmiş n varyantlı bir örnek üzerinden hesaplanan, ana kütle standart sapmasının (σ'_x) bir tahminidir, ve aralarında

$$\sigma'_x = \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \text{ bağıntısı vardır (Ercan, 1997).}$$

Ölçü kalitesinin metrik sistemle ölçülmesi ve sürekli değeri olarak belirtilmesi halinde, kontrol diyagramlarının düzenlenmesinde aritmetik ortalama ile standart sapma veya varyasyon genişliği ölçülerinden yararlanılmaktadır (Kalıpsız, 1994).

Ölçme, gözlem veya deney yolu ile elde edilen ölçümler değişken verileri ve özellik verileri olmak üzere iki guruba ayrılır. Değişken veriler belirli bir birim sistemi içinde ölçülebilen ve genelde sayılarla ifade edilen verilerdir. Özellik verileri ise, “uygun”, veya “uygun değil”, “kusurlu/kusursuz”, “defolu/defosuz” şeklinde ifade edilen verilerdir. İstatistiksel kalite kontrol grafikleri hem değişken, hem de özellik verilere uygulanan bir kontrol yöntemidir. Fakat uygulama bakımından aralarında bir takım farklar vardır.

Kontrol grafikleri prosesin kontrolü için en uygun kontrol araçları olmakla birlikte, aşağıdaki gibi açıklanabilir.

- Proseste sapmaları ve prosesin kararlı olup olmadığını gösterir.
- Kontrol edilen ürün özelliğinin, üst ve alt kontrol limitleri denilen iki çizgiye göre trendini gösterir.
- Özelliğin değeri kontrol limitlerini aştığı durumda, bunun nedenini tayin edilmesini ve düzeltme önlemlerinin alınması gereğini gösterir.
- Kusurlu parçaların açığa çıkarılması yerine, bunların önlenmesine yardımcı olur.
- Proses kabiliyetinin tayin edilmesine yardımcı olur.
- Kalitenin iyileştirilmesi için en iyi yöntemdir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Uygulama için seçilen işletme ağaç sanayi mamullerinde bölge ve yurt ihtiyaçlarını karşılamak ve fazlasını ihraç etmek amacıyla Isparta’ya yaklaşık 4 km. mesafede Eğridir yolunda 50 dekarlık bir arazi üzerinde 100.000 m² kapalı sahada kurulmuş ORMA A.Ş. 07.Ocak.1970 tarihinde 20 milyon TL sermayeli 250 ortaklı %60 yatırım indirimli, %70 gümrük muafiyetine haiz teşvik belgeli olarak kurulmuştur. İşletmenin gül ve filiz isimli iki üretim hattı bulunmaktadır. Gül üretim hattında tek katlı pres hattı kapasitesi 300 m³/gün dür. Pres 18300 mm boyunda 18 mm kalınlıkta 2050 mm eninde levha üretmekte, bir preslemede 5 adet 183x366 cm plaka üretmektedir. Tek katlı preste ilk yatırım masrafları düşük fakat işletme maliyetleri yüksektir.

2.1. Yonga Levhanın Tanımı ve Özellikleri

Yonga levhaları endüstrisi, yakacak özellikteki odunları, aralama kesimlerinden elde edilen ince materyali ve kereste fabrikalarının çita, kapak tahtası, kereste uçları gibi artıkların değerlendirilmesi ve bunları küçük yongalar haline getirip sentetik reçineler ile ısı ve basınç altında yapıştırarak teknolojik özellikleri üstün geniş levhalar üreten ve büyük bir gelişme gösteren sektördür (Berkel, 1953).

Yongalevha, genellikle odun hammaddesinden elde edilen yonga veya küçük parçacıkların sentetik bir reçine yada uygun bir yapıştırıcı yardımı ile ısı ve basınç

altında geniş ve büyük yüzeyli levhalar haline getirilmesi ile oluşan ve gerek bina yapımında gerekse mobilyacılıkta kullanılan bir malzemedir.

T.S. 180 (1978) ve T.S. 1617 (1974) standartlarına göre yongalevhalar, odun veya odunlaşmış diğer ligno-selülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonunda elde edilen levhalardır.

B.S. 1811 (1969) İngiliz standartlarına göre ise, odun veya diğer ligno-selülozik lifli materyalin (odun yongası, testere talaşı, keten lifleri) bir tutkal ile veya tutkalsız olarak hidrolik bağlayıcıların meydana getirdiği bir yapışma ile şekillendirilmesi sonucu oluşan levhalardır.

Yongalevhalar özgül ağırlıkları bakımından 3 grup altında toplanmıştır, Avrupa esaslarına göre 500 kg/m^3 ten aşağı olan ağırlıklardaki levhalar hafif, $500-600 \text{ kg/m}^3$ arasında yer alan ağırlıktaki levhalar orta, 650 kg/m^3 ün üzerindeki ağırlığa sahip levhalar ise yüksek özgül ağırlık gruplarına girmektedir. Ancak çoğunlukla üretilen yongalevhaların özgül ağırlıkları $600/700 \text{ kg/m}^3$ arasında bulunmaktadır. Yongalevhalar gerek içerisindeki yapıştırıcı ve hidrolik maddelere bağlı olarak, gerekse yonga geometrisi bakımından değişen yüksek, orta ve düşük derecede çalışma (su alıp verme) özelliklerine sahip bir ağaç malzemedir. Örneğin; orta derecede suya dayanıklı yongalevhalar üretilen reçineleri kullanıldığında elde edilebilmekte, buna karşılık, yüksek derecede suya dayanıklı yongalevhalar üretiminde ise fenolformaldehit ve melamin reçineleri ile hidrofobik maddeler kullanılmaktadır. Hayvansal ve bitkisel tutkallarla yapılan yongalevhalar suya karşı herhangi bir dayanıklılık söz konusu değildir. Üretilmiş yonga levhalarda sonuç rutubeti $\%9 \pm 3$ kadar olmaktadır.

Yonga levhaların uzunlukları 1800 mm den başlamakta ve 3360 mm ye kadar çıkabilmektedir. Genişlikleri ise, 1200-1500-1750-1830 mm gibi ölçülerde olmaktadır. Kalınlıklar ise, 3, 6, 8, 10, 13, 16, 18, 19, 22, 28, 25, 32, 36, 40, 45, 50, 60 mm olarak düzenlenmiştir (Bozkurt ve Göker, 1985).

Çalışmamızda \bar{X} -R kontrol grafikleri ile kalite kontrol denetimi yapılmıştır. Genelde kontrol grafiklerinde bireylerin değeri yerine \bar{X} şeklinde gösterilen örneklerin ortalaması ele alınır.

\bar{X} -R grafiklerinin oluşturulması için aşağıdaki işlemlerin yapılması gerekmektedir.

- Kontrol edilecek ürün özelliğinin seçilmesi
- Numune boyutlarının ve numune alma sıklığının tayin edilmesi
- Numune içinden bireylerin seçilmesi (rasyonel alt gurupların oluşturulması)
- Verilerin toplanması
- Merkezi (ortalama) ve kontrol limitlerinin hesaplanması
- Kontrol grafiklerinin oluşturulması

Tüm bu anlatılanlar ışığında yonga levha fabrikasında yoğunluk değişkeni için aşağıdaki tüm işlemler gerçekleştirilmiş ve istatistiksel kalite kontrol yapılmıştır.

Klasik kalite kontrol grafiklerinin çizilmesinde öncelikle, incelenecek ürünün hangi kalite özelliğinin ele alınacağına karar verilmelidir. Bilindiği üzere bu tür grafikler iki tür niteliğe göre çizilmektedir. Bunlar ölçülebilen değerler için ve ölçülemeyen özellikler için çizilen grafiklerdir. Bu duruma göre uygulama yapılan fabrikada elde edilen ürünün ölçülebilen özelliği için grafik çizilmesine karar verilmiştir çünkü ilgili ürün büyük boyutlu olup kullanım alanlarında kalite unsuru belirleyen özelliği sayısal değer olarak elde edilebilen özelliktir ve bu özellikler ürün kalitesini belirlemede büyük etkindir. Bu özellik yoğunluk, olarak ele alınmıştır.

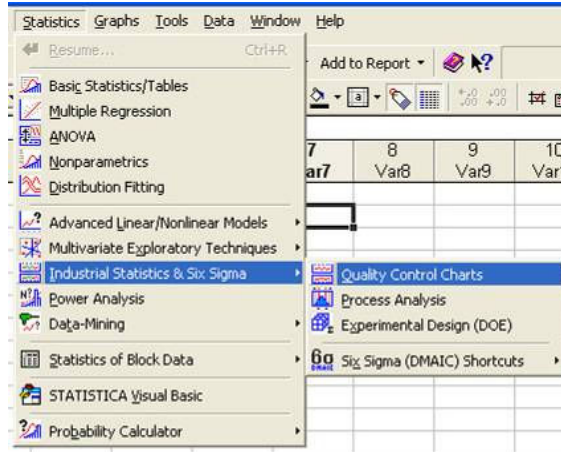
Ölçülebilen değerler için grafik çizimine karar verildikten sonra, süreç hakkında güvenilir bilgi verecek örneklemin nasıl yapılacağı konusunda karar verilmelidir. Bundan dolayı bu çalışmada rastgele örnekleme yapılmıştır. Kalite kontrol grafikleri çizilirken örnek boyutu ve sayısının doğru şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Buda parti büyüklüğüne bağlı olarak ayarlanabilmektedir. Fabrikadaki üretim hattında üzerinde çalışılan yonga levhanın boyutları 18mm (kalınlık) x1830mm(en) x 3660mm(boy) şeklindedir. Bir levha 0.121 m³ tür. Bu değerle levhadan günde 4250 levha üretilmektedir. Bu değere bakılarak numune boyutunu MIL-STD 414 standartlarına dayanarak 5 ve numune sayısı 20 olarak alınmıştır. Bu konular kesinlik kazandıktan sonra üretim hattından örnek alma işlemine geçilmektedir. Bunun için, aynı-zaman ve süre-zaman yöntemleri olmak üzere iki yöntem bulunmaktadır. Aynı – zaman yöntemi proses ortalamalarını çok daha hassas ölçmekle beraber, numune elemanları aynı anda veya çok dar bir zamanda alındığı için değerler birbirine çok yakın olacak, değişimler hemen hemen rasgele nedenlere dayanacak ve dolayısıyla rasyonel alt grup oluşturma ilkesini daha iyi yerine getirecektir (Akkurt,2002). Ayrıca belirlenen nedenlere bağlı değişimler için bir zaman referansı olacaktır. Bu özelliklerinden dolayı örnek almada aynı-zaman yöntemi kullanılmıştır. Üretim hattından levhalar seçilmiş, levhanın her yerinden örnekler kesilmiştir, bu örnek parçalar eni ve boyu yönünde kesilmiştir. Alınan parçalardan kalite kontrol laboratuvarında yoğunluğu ölçmek için 5x5 cm boyutunda 6 adet parça kesilmiş ve her levhanın ağırlığı ölçülmüş kalınlıkta belli olduğundan yoğunlukları belirlenmiştir. Bu ölçümler 3 aylık yapılmıştır. Verilerin toplanma aşaması son bulduktan sonra hangi kalite kontrol grafiğinin çizileceği belirlenmektedir. Bu çalışmada kalite kontrol grafiklerinin çiziminde $\bar{X} - R$ kontrol grafikleri kullanılmıştır, çünkü A_2 ve d_2 n numune boyutuna bağlı istatistik katsayılarıdır. \bar{R} bağlı değerlendiricinin hesaplanması n=3...8 için çok iyi sonuçlar vermektedir. n>10 için \bar{R} yöntemi etkisini kaybetmektedir. Bu çalışmada örnek boyutu 5 olduğu için $\bar{X} - R$ grafiği çizilecektir. Öncelikle R grafiği sonra çift grafik ($\bar{X} - R$) çizilecektir. Grafik çizimlerinde kullanılan Statisca 0.6 programında veri girişinden başlayarak grafiklerin çiziminin oluşturulmasına kadar yapılan işlemler Şekil 2 ve Şekil 6 arasında gösterilmiştir.

Statistica 0.6 programında veriler Şekil 1’ de görüldüğü gibi girilir ve aşağıdaki adımlar izlenerek istatistiksel kalite kontrol grafikleri çizilir.

Şekil’2 de görüldüğü gibi öncelikle “Industrial Statistic &Six Sigma” butonu tıklanır ve daha sonra “Quality Control Charts” butonu işaretlenir.

1 Var1	2 Var2	3 Var3	4 Var4	5 Var5	6 Var6
609,87	1				
608,29	1				
639,6	1				
601,209	1				
602,449	1				
625,74	2				
595,53	2				
592,72	2				
605,03	2				
597,69	2				
596,24	3				
597,36	3				
644,63	3				
675,77	3				
635,02	3				
624	4				
619,12	4				
622,71	4				

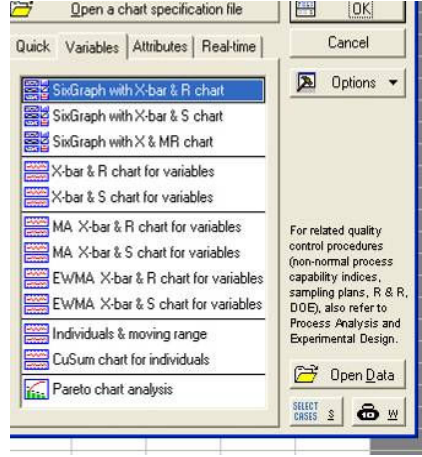
Şekil 1. Statistica programına veri girişi.



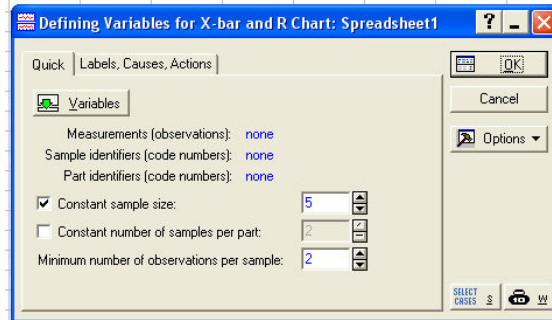
Şekil 2. Kontrol kartı çizimi butonunun seçimi.

ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL: YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE BİR ÇALIŞMA

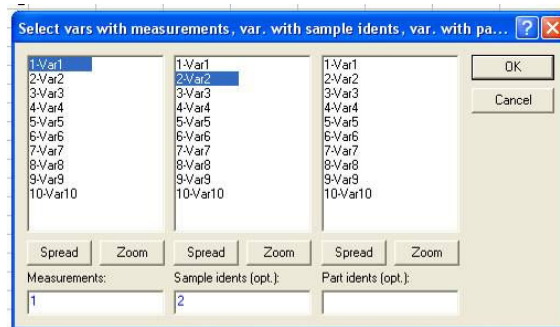
Şekil 3' de görüldüğü gibi çizilecek grafik türü seçimi yapılır (X-bar&R Chart for variables), diğer işlemler sırasıyla yapılır grafikler elde edilir (Şekil 4, 5).



Şekil 3. Çizilecek grafik türünün seçimi.



Şekil 4. Değişkenlerin belirlenmesi.



Şekil 5. Değişkenlerin seçimi.

3. BULGULAR

İstatistiksel kalite kontrol grafikleri kalite kontrol ve istatistik yöntemlerin birleştirilmesi ile meydana gelmiştir. İstatistiksel verilerin toplanması, analizi sunulması ve yorumlanması ile ilgili ilkeleri ve yöntemleri içeren ve bu işlemlerin sonuçlarını olasılık ilkelerine göre objektif bir şekilde değerlendirilir. Tüketici istek ve gereksinimlerini en ekonomik şekilde karşılamak ve bir işletme içindeki çeşitli birimleri olabildiğince en yüksek kaliteyi oluşturma ve sürdürme çabalarını birleştiren bir sitemdir.

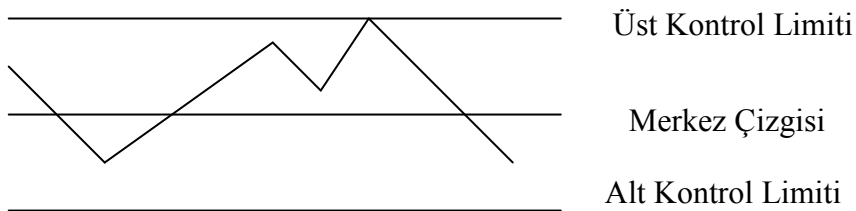
Kontrol grafikleri ölçme, gözlem veya deney yolu ile elde edilen verilerin grafik olarak temsil edilmesidir. İstatistiksel kalite kontrol grafikleri Şekil 1'de gösterildiği gibi oluşturulur.

Yatay ve dikey eksen, yatay eksen ölçme sırasına göre numune numarasını veya zamanı, dikey eksen ürünün kontrol edilen özelliğini gösterir.

Noktalar, ölçülen değerleri temsil ederler. Zamana göre kontrolün nasıl geliştiğini daha iyi görüntülemek için, bu noktalar çizgi parçaları ile bağlanır.

Merkez çizgisi kontrol edilen ürünün özelliğinin ortalamasını temsil eder (Şekil 6). Üst ve alt kontrol limitleri kontrol edilen ürün özelliğinin durumlarını gösterir. Noktalar bu çizgiler arasında olduğu sürece, prosesin kontrol altında olduğu ve hiçbir önlem alınmasına gerek olmadığı anlamına gelir. Ancak bir veya daha çok nokta kontrol limitleri dışında olduğu, prosesin kontrol dışına çıktığı ve durumu düzeltmek için önlemlerin alınmasına gerek olduğu anlamına gelir. Bununla beraber tüm noktalar kontrol limitleri arasında bulunduğu durumda dahi eğer bunlar sistematik veya genelde rasgele olmayan bir şekilde yerleşmişse, yine proses kontrol dışıdır. Prosesin kontrol altında olması için, tüm noktalar limit çizgileri arasında bulunması ve rasgele bir yerleşme göstermesi gerekir.

Pratikte \bar{X} (ortalama), R (aralık), s (standart sapma) gibi kontrol grafikleri kullanılmaktadır. \bar{X} grafiği prosesin ortalamasını, R ve s grafikleri prosesin dağılımını kontrol etmek için kullanılır. Dolayısıyla bu grafikler çift tanı \bar{X} -R grafikleri veya \bar{X} -s grafikleri şeklinde kullanılmalıdır. En çok kullanılanı ise \bar{X} ve R grafikleridir (Özdamar, 2006).



Şekil 6. İstatistiksel kalite kontrol grafiğinin yapısı (Montgomery, 1991).

Bu çalışmada, kalite kontrolünde istatistiksel kalite kontrol grafiklerini kullanmayan yonga levha üreten bir orman endüstri işletmesinde, bu grafikler kullanılarak üretimin kontrol altında olup olmadığı incelenmiştir.

İlk aşamada, kontrol için seçilen ürün özelliği, ürünü temsil eden, ilk bakışta dikkati çeken ve çalışmasını etkileyen özellik olmalıdır. Bu özellikte yonga levhanın yoğunluk özelliği olarak belirlenmiştir. Kontrol grafiklerinin oluşturulmasında önemli bir kademe numune boyutlarının yani numunede yer alacak bireylerin sayısıdır. İstatistik incelemelere göre boyutları dört olan numunelerin ortalamaları, alındıkları küme normal dağılım göstermezse dahi normal bir dağılım gösterirler. Bu sebeple çalışmamızda MIL-STD 414 standartlarına dayanarak numune boyutu beş olarak ele alınmıştır. İstatistiksel kalite kontrol grafiklerinin oluşturulmasında temel fikir, rasyonel alt gruplar kavramıdır, buda numune içinde bireylerin seçimi ile ilgili bir konudur bireylerin seçimi çalışmamızda aynı- zaman yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Aynı – zaman yöntemi proses ortalamalarını çok daha hassas ölçmekle beraber, numune elemanları aynı anda veya çok dar bir zamanda alındığı için değerler birbirine çok yakın olacak, değişimler hemen hemen rasgele nedenlere dayanacak ve dolayısıyla rasyonel alt grup oluşturma ilkesini daha iyi yerine getirecektir. Ayrıca belirlenen nedenlere bağlı değişimler için bir zaman referansı olacaktır. Bu nedenle bu yöntem pratikte daha çok kullanılmaktadır (Akkurt, 2002). Ürünün kontrol edilecek özelliği, numune boyutu, numune alma sıklığı, numunelerin oluşturma şekli tayin edildikten sonra son olarak veri toplama işlemine geçilmiştir ve bu değerler veri toplama fişlerine işlenmiştir.

- Numune sırası (numarası) ve numune içinde parça sırası (numarası). Yerleşme bakımından numune sıraları dikey ve parça sıraları yatay veya tersi yani numune sıraları yatay ve parça sıraları dikey olabilir.
- Numune boyutu 4, 5 veya en çok 6 alınır. Numune boyutu büyüklüğü maliyet açısından önem arz etmektedir.
- Numune sayısı genelde en az 20 ile 25 olmalıdır. Verilerin güvenilirliği bakımından 25 numune sayısı alınması gerekmektedir.

Kontrol grafiklerinin en önemli özelliği kontrol edilen prosesin kontrol altında olup olmadığını göstermeleridir. Bu durum kontrol grafiklerinde bulunan değerlerin rasgele (şansa) veya sistematik (belirli nedene) nedenlere bağlı olmalarından kaynaklanır. Bir kontrol grafiğinde yalnızca rasgele değerler bulunursa, proses kontrol altındadır diğer bir deyişle kararlıdır. Rasgele değerlerin dışında sistematik, olan değerler de bulunursa proses kontrol dışındadır diğer bir ifade ile kararsızdır.

Bu çalışmada, istatistiksel kalite kontrol grafikleri uygulandığında aşağıda görülen kontrol grafikleri elde edilmiştir.

X grafiği değerlerin merkezleme durumunu, R grafiği değerlerin dağılım durumunu (aralığını) gösterir. Bu nedenle grafikler $\bar{X} - R$ şeklinde çift olarak oluşturulmalıdır. X grafiği esasen donanım durumunu gösterir. R grafiği operatör, malzeme gibi faktörlerin durumunu yansıtır. X grafiğinde ve R grafiğinde tüm değerler kontrol limitleri içinde bulunduğu durumda, ürün merkezleşmiş ve düzgün

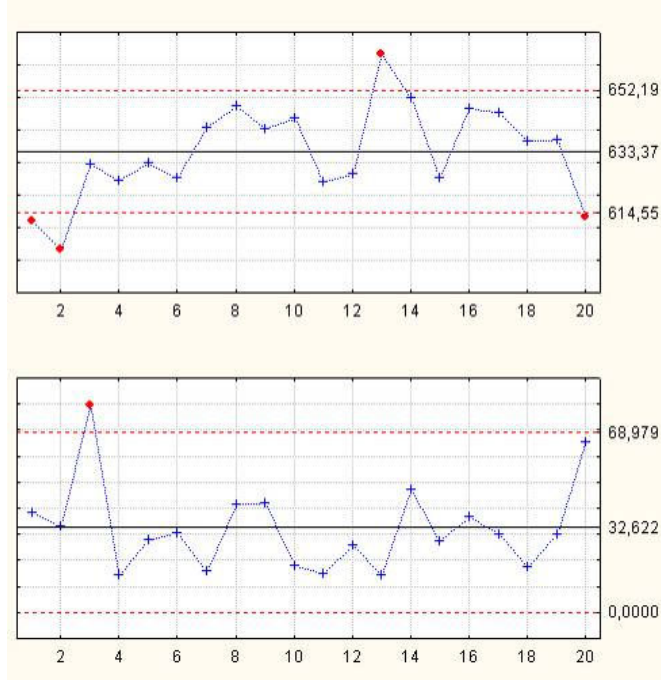
sayılır. Proses karalı olup kontrol altındadır. X grafiğinde numune ortalamaları kontrol altında ancak R grafiğinde numune aralıkları kontrol dışında olduğu durumda ürün yine merkezleşmiş fakat dağılım çok geniştir ve proses kararsız olup kontrol dışıdır. X grafiğinin kontrol limitleri R değerine göre hesaplandığı için, ilk önce R grafiğinin çizilmesi gerekir. X grafiğinde numune ortalamaları kontrol limitleri dışında, ancak R grafiğinde numune aralıkları kontrol limitleri içinde olduğu durumda, üretimin dağılımı düzgün olmakla beraber sağa sola kaymış durumda olur ve proses kararsız olup kontrol dışıdır. X grafiğinde numune ortalamaları ve R numune aralıkları numune dışında olduğu durumda proses kem ortalamaya göre kaymış, hem de çok geniş dağılım göstermektedir. Bu durumda proses kararsız olup kontrol dışıdır.

Bu açıklamalar ışığında çalışmamızın birinci ayında yonga levhanın yoğunluğu ile ilgili elde edilen ölçümler sonunda oluşturulan istatistiksel kalite kontrol grafiklerinden R grafiğine bakıldığında Şekil 7 bir nokta üst kontrol limiti dışındadır ve X grafiğinde ise bir nokta üst kontrol limiti dışında üç nokta ise alt kontrol limiti dışındadır. X grafiğinde iki ayrı evren görülmektedir, bunun nedeni malzeme kalitesinde büyük değişikliklerdir. R grafiğinin bu şekilde oluşmasının sebebi farklı operatör ve farklı malzemelerdir. Proses kararsız ve kontrol dışıdır. İkinci ay $\bar{X} - R$ grafiği incelendiğinde (Şekil 8). X grafiğinde bir nokta üst kontrol limiti dışındadır. R grafiğinde ise rastgele sebeplere dayanmayan bir dağılım söz konusudur, bu sebeple proses kontrol dışındadır. Üçüncü aydaki grafik incelendiğinde (Şekil 9) sıçramalı bir değişim görülmekte ve X grafiğinde üç nokta üst kontrol limiti 2 nokta alt kontrol limiti dışında olmak üzere toplam 5 nokta bulunmaktadır, dağılım düzgündür. Fakat proses kararsızdır.

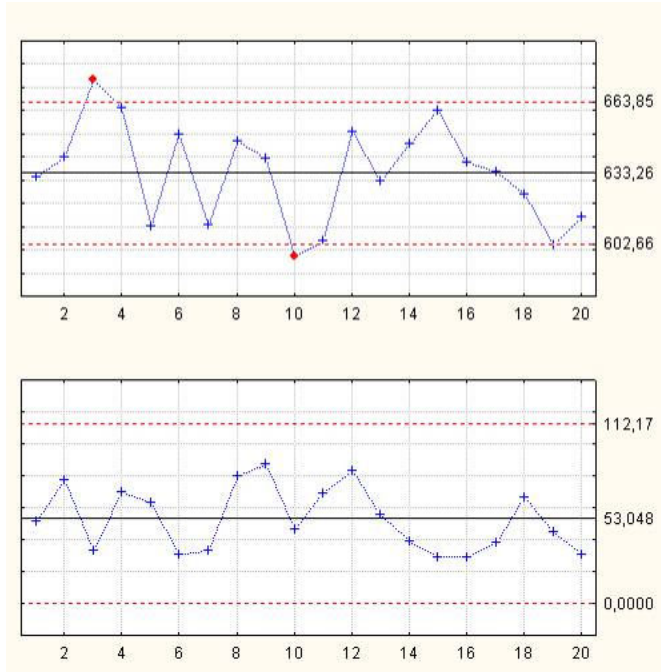
4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Statistica 0.6 istatistik programıyla Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9'da görüldüğü gibi istatistiksel kalite kontrol grafikleri X-R şeklinde çift grafik olarak elde edilmiştir. Grafik çiftlerindeki ilk grafik X grafiğini ikinci grafik ise R grafiğini göstermektedir. Öncelikle bu tür grafikleri yorumlarken ilk olarak R grafiğine bakılmaktadır eğer üst ve alt limit sınırları dışında noktalar varsa, X grafiğine bakılmasına gerek yoktur ve süreç kontrol dışıdır denilmektedir. Sürecin kontrol dışında olması kötü bir durum değildir sadece süreçte bir sorun olduğunu ve önlem alınmasının gerektiğini gösterir. Bu çalışmada 1. ve 2. ay grafiklerine bakıldığında 1. ay R grafiğinde dışarıya bir taşma olduğu görülür ve süreçte sorun olduğunu göstermektedir. 2. ay kontrol grafiklerinde ise R grafiğinde alt ve üst sınırın dışına taşma olmamasına rağmen süreç kontrol altındadır denilemez çünkü, değerler arasında rastgele bir dağılım gözlenmemektedir ve R grafiğinde değerle ortalamaya yakın olması gerekirken bu durum gözlenmemektedir. 3. ay grafiğinde ise R grafiğinde sorun görünmemesine rağmen rastgele bir dağılım yoktur.

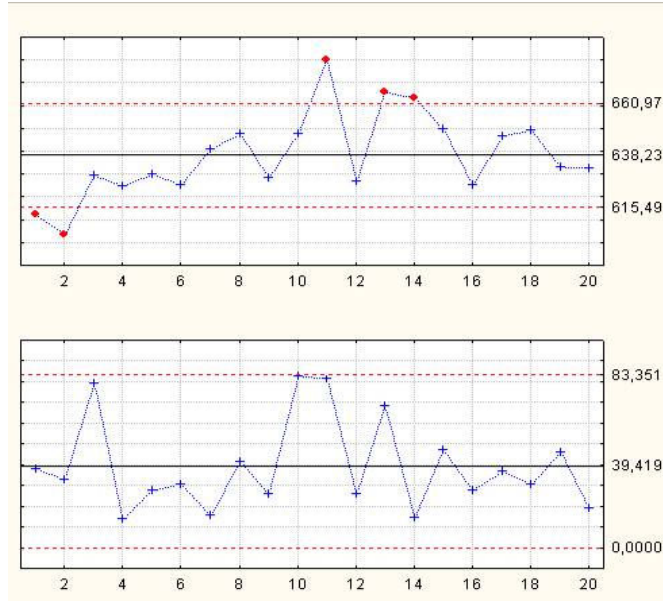
ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL: YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE BİR ÇALIŞMA



Şekil 7. Birinci ay $\bar{X} - R$ yoğunluk istatistiksel kalite kontrol grafiği.



Şekil 8. İkinci ay $\bar{X} - R$ yoğunluk istatistiksel kalite kontrol grafiği.



Şekil 9. Üçüncü ay $\bar{X} - R$ yoğunluk istatistiksel kalite kontrol grafiği.

Elde edilen X grafiklerindeki noktaların dışarıya taşmasının sebebi fabrikada yonga levha yapımında kullanılan malzemenin kalitesindeki büyük değişikliklerden kaynaklanmaktadır. R grafiğindeki alt ve üst limit dışına taşmaların sebebi ise, farklı operatörler ve malzemeden kaynaklanmaktadır. Bu sebeplerin yanında diğer önemli sebep ise fabrikadaki üretim teknolojisinin çok eski olmasıdır.

Bu sebeplere dayanarak bu çalışmaya konu olan yonga levha fabrikasında üretim süreci kontrol altındadır denilemez ve grafiklere bakılarak aksayan durumların önleminin alınması gerekmektedir ve üretim teknolojisinin yenilenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkurt, M., 2002. Kalite Kontrol Excel Destekli. Birsen Yayın Evi, Yayın No: 0029, 73 s.
- Berke, A., 1953. Değerlerden Faydalanma İmkanlarından Talaş Levhaları İmalı. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Sayı: 1-2.
- Bozkurt, ve Göker, 1985. Yonga Levha Endüstrisi. İÜ Orman Fakültesi, Yayın No:3311.
- Ercan, M., 1997. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik. Orman Bakanlığı Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No:6, Ankara, 42 s.
- Gitlow, H., 1989. Tools and Methods for the Improvement of Quality. Irwinwood, USA.
- Kalıpsız, A., 1994. İstatistik Yöntemler. İÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 147, İstanbul, 314-315 s.
- Kasa, H., 1982. Kalite Kontrolünün Anlamı ve Kalite Kontrolünde İstatistiğin Önemi. K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 5, Sayı 1, Trabzon, 153-163 s.

ORMAN ÜRÜNLERİ ENDÜSTRİSİNDE İSTATİSTİKSEL KALİTE KONTROL: YONGA LEVHA
ÜRETİMİNDE BİR ÇALIŞMA

Montgomery, D.C., 1991. Introduction to Statistical Quality Control. 2nd. Edition, John and Sons, 365-396 s.

Özdamar, İ.H., 2006. Bulanık İstatistiksel Kalite Kontrolü ve Bir Orman Endüstrisi İşletmesinde Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Isparta, 65 s.

Wheeler, D.J., 1992. Understanding Statistical Process Control. 2nd Edition, SPC Pres Inc., Knoxville.