

YER KAROSU MUKAVEMETLERİNİN İSTATİSTİKSEL KONTROLÜ**Statistical Control of Strength of Floor Tiles**

Bülent TÜTMEZ^(*)
Oktay BAYAT^(**)

Anahtar Sözcükler: Proses Kontrol, Proses Yeterliliği, Yer Karosu, Kontrol Kartı.

ÖZET

İstatistiksel Proses Kontrol (İPK), önemli bir kalite geliştirme tekniği olarak seri üretim yapan proseslerde kullanılmaktadır. Söğüt Seramik AŞ yer karosu bünye (Masse) üretim prosesinden elde edilen verilerle kontrol kart ve proses yeterlilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bünye mukavemet değerlerinin spesifikasyonların dışında yoğunlaşma göstermesi ve C_p ile C_{pk} indislerinin 1,00'den daha az değerlerde olması proses için bir tehlikenin oluştuğunu göstermektedir. Nominal ortalamanın spesifikasyonlarla olan ilişkisi tesbit edilmiş ve prosesdeki problemler tahmin edilmiştir.

ABSTRACT

Statistical Process Control (SPC) is used as an important quality improvement technique for continuous production processes. Control charts and process capability analyses were made using data from Masse production process at Söğüt Seramik AŞ. C_p and C_{pk} indices were less than 1.00 and also compressive strength values fell outside the specifications values showing a serious trouble in the process. Relationship between nominal average value and specifications was determined and potential problems were predicted in the process.

(*) Maden Yüksek Mühendisi

(**) Doç. Dr., Çukurova Üniversitesi, Maden Müh. Böl., Balcalı, 01330 Adana

1. GİRİŞ

İstatistiksel Proses Kontrol (İPK)'ün ileri tekniklerle uygulandığı gelişmiş ülkelerde sonuç üretim kalitesinin bilgisayarla kontrolü yapılabilmektedir (Hostetter, 1997). Seramik proseslerinin istatistiksel analizi; girdi (hammadde), üretim (işlem) ve çıktı (ürün) bazında kontrol yapmayı mümkün kılmaktadır (Tütmez, 1999). Yer karosu üretim proseslerinin önemli bir aşaması olan bünye (Masse), karonun ana omurgasını oluşturduğundan dayanım ve kalite üzerinde en önemli parametre olarak ortaya çıkmaktadır.

İPK tekniklerinin verilerin seri olarak elde edilebildiği fabrika proseslerinde kullanılması, zaman ve güvenilirlik açısından önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Kontrol şemaları ve proses yeterlilik analizleri; yer karosu mukavemet değerlerinin işletme spesifikasyonlarına göre değişiminin belirlenmesinde, önemli istatistiksel kontrol yaklaşımları olarak kullanılabilir. Karo mukavemetleri için yapılabilen analizler bütün seri üretim parametreleri için de gerçekleştirilebilir. Seramik prosesinin genel yetenek değerlendirmesi yapılarak karşılaşılabilecek riskler önceden tahmin edilebilir.

2. YER KAROSU BÜNYE HAZIRLAMA ÜNİTESİ

Genel olarak seramik, doğada bileşikleri halinde bulunan elementlerin uygun karışımlarından, ısı enerjisinden yararlanarak ürün elde etmek şeklinde tanımlanabilir (Doğan, 1985). Bu tanım; çömlek, yapı malzemeleri, porselen, refrakter ürünler, yalıtkan malzemeler, cam, çimento, emaye, kesici, kapasitör ve piezo-elektrik (kuvars kristalleri ile ultra ses eldesi) malzemelerini kapsamaktadır.

Yer karosu, şekil ve boyut gözönüne alınmaksızın kapalı ve açık alanlarda yer

(zemin) kaplaması için tasarlanan inşaat malzemesidir. Dekorlu olarak üretilen bir yer karosu yapısal açıdan dört kısımdan oluşur; bünye, engob (astar), sır ve dekor. Bünyede kullanılan hammaddeler; öğütme, eleme ve karıştırma gibi işlemlerden geçirildikten sonra normal oda sıcaklığında presleme, plastik çekme veya döküm işlemleri ile şekillendirilir. Şekillendirilmiş bünye daha sonra yüksek sıcaklıkta pişirilir (Tefek ve Bilgeç, 1997).

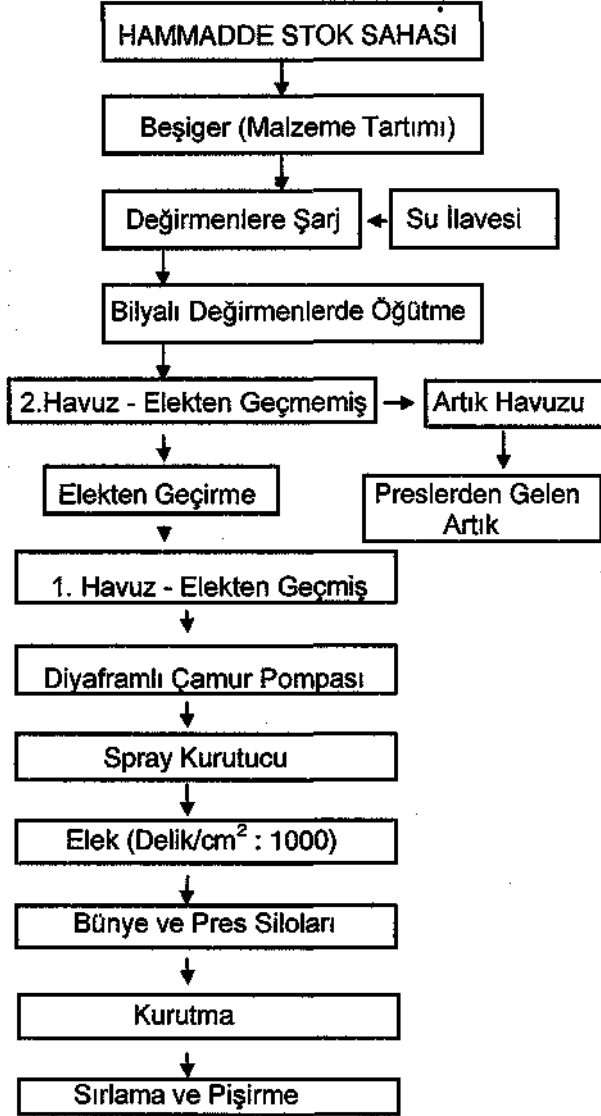
Bünye, karonun omurgası olarak kabul edilen bisküvinin sıkışmadan önceki halidir. Bünyeyi oluşturmak için kullanılan hammaddeler; kil, kaolen, feldspat, pegmatit, kuvars, talk, su camı ve sodadır.

Yer karosunda istenilen dayanıklılık, porozite gibi özelliklerin elde edilmesi için bünyedeki hammadde oranlarını gösteren reçeteye göre hammaddeler beşerlerde tartılır. Beşerlerdeki hammaddeler bant vasıtası ile bilyalı değirmenlere yüklenir ve belirli oranda su ilavesi yapılır. Değirmenlerin içerisinde yaklaşık 8-10 saat süreyle öğütülen bünye, sulu çamur halinde değirmenlerden boşaltılarak havuzlara alınır. Havuzlardan alman çamur, pompalar vasıtası ile püskürtmeli kurutucuya gönderilir. Püskürtmeli kurutucu ters akım prensibi ile çalışır. Kurutucudan alman toz, bünye silolarında depo edilir. Pres silolardan gelen toz otomatik olarak pres kalıplarına dolar ve yüksek basınç altında (300 kg/cm^2) şekillenir. Şekillendirme için otomatik hidrolik presler kullanılır. Şekillenen bünye (ham karo) son olarak pres önünde bulunan dikey kurutuculara gider (Tefek ve Bilgeç, 1997). Yer karosu bünye hazırlama akım şeması Şekil 1'de verilmektedir.

3. KONTROL ŞEMASI VE PROSES YETERLİLİK ANALİZİ

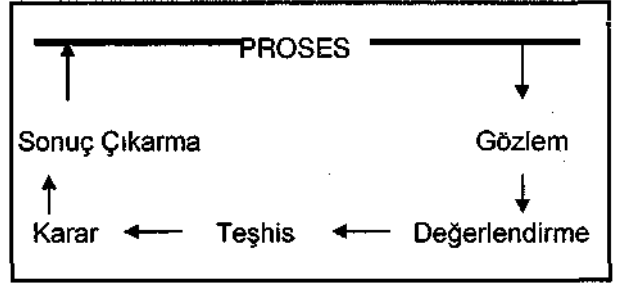
İPK, proses stabilitesinin sağlanması ve proses yeteneğinin artırılması için kullanılan matematiksel araçların birleşim tekniğinin

adıdır (Milton ve Arnold, 1995). Burada ürün veya hizmet bir sonuç, proses ise bu ürün veya hizmeti oluşturan nedenler ve etkenler zinciridir. Şekil 2'de İPK'ın işlem süreci belirtilmiştir (DeVor, 1992).



Şekil 1. Söğüt Seramik Sanayi yer karosu bünye hazırlama ünitesi akım şeması

İPK'ın amaçlarını ve yöntemden elde edilebilecek faydaların bazılarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Ishikawa, 1991):



Şekil 2. İPK'ın akış süreci (DeVor, 1992)

- Ürün kalitesinin gelişmesi.
- Kalite maliyetlerinin düşmesi.
- Hatalı ürün miktarının azalması.
- Muayene ve test masraflarının azalması.
- Ürün miktarının ve güvenilirliğinin artması.
- Kapasitenin artması.
- Birim maliyetlerin azalması.
- Gerçekçi standart ve spesifikasyonların belirlenmesi.
- Daha az makine arızası.
- Bakım-onarım ve yeni ekipman alım işlemlerinin daha akıcı hale gelmesi.
- Üretimlerdeki duruşlarda azalma.

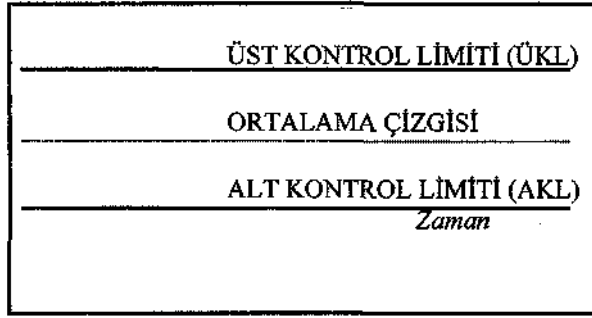
3.1. Kontrol Şemalarının Genel Formu

Kontrol şemaları, bir prosesin durumunun yeterliliğini gözlemek ve processte bir değişiklik olduğunda, erken uyarı sinyalini almak amacıyla kullanılır (Ishikawa, 1991). Kontrol şemalarının en önemli özelliği; bu şemaların bir problemin varlığını göstermesi, problem hakkında ipuçları vermesi ancak problemin nedenlerini gösterememesidir.

Üretim sırasında tolerans (spesifikasyon) limitlerinin dışına çıkılması; hammadde yapısındaki farklılıklar, sıcaklık, nem gibi çevre şartlarındaki değişimler, ölçme hataları, bant titreşimi ve toz gibi tamamen tesadüfi nedenlerden olabilir.

Kontrol şemaları; değişkenler ve nitelikler olmak üzere iki gruba ayrılmış olup bu şemalarda kullanılan üç belirleyici çizgi Şekil 3'de gösterilmiştir. Bu şemalardaki

kontrol limitlerinin dışındaki noktalar tipik özel neden belirticisidir (DeVor, 1992).



Şekil 3. Kontrol kartlarındaki klavuz sınırları

3.2. Değişkenler için (X-R) Şeması

Proses çıktısı sayısal bir ifade ile ölçülebiliyorsa değişkenler için kontrol şemalarından söz edilebilir. Değişkenler için hazırlanan şemaların içinde en fazla kullanılan şema olarak (X-R) şemaları belirtilebilir (Tate, 1989). Proses karakteristikleri sayısal olarak ifade edilebilen değişkenler için kullanılan şemalardır. Örnek verilirse; ham karo mukavemet değerleri, karo kalınlık değerleri, hammadde ağırlık analizleri, porozite ve geçirgenlik gibi değerlerin değişimini ve spesifikasyonlarla olan ilişkilerim analiz edebilen şemalardır. Parametre hesapları şöyle yapılabilir (Küme, 1989).

$$X_j = T, X_{ij}/n \quad j = 1, 2, \dots, n(n=\text{örnek sayısı}) \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, k$$

$$\bullet \text{v} \quad -A-\text{max} \sim -A-\text{min} \quad \text{v} \quad \text{L}$$

R: Değişim Aralığı

$$X = \frac{\sum Z_i X_i}{k} \quad R = \frac{\sum Z_i R_j}{k} \quad (3)$$

k: Ortalama Sayısı

$$\text{Ortalama için : } \bar{X} = X + A_2 R \quad \sim$$

$$AKL = X - A_2 R \quad (4)$$

Değişim Genişliği için: $\bar{X} = D_4 R$

$$AKL = D_3 R \quad (5)$$

ÜKL : Üst kontrol limiti (Hesaplanmış kart üst sınırıdır)

AKL : Alt kontrol limiti (Hesaplanmış kart alt sınırıdır)

A_2 , D_3 ve D_4 ; doğal toleranslar olarak tanımlanan ± 3 a değerlerinin normal dağılım eğrisi üzerinde ifade edilmesinden elde edilmiş sabitler olup, hesaplamalarda kullanılmak üzere Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1.(X-R) Şeması İçin Katsayılar (Montgomery, 1986)

Altgrup Sayısı	\bar{X} Şeması	R Şeması		
	A_2	D_3	D_4	d_5
2	1,880	0	3,267	1,128
3	1,023	0	2,575	1,693
4	0,729	0	2,282	2,059
5	0,577	0	2,115	2,326
6	0,493	0	2,004	2,534
7	0,419	0,076	1,924	2,704
8	0,373	0,136	1,864	2,847
9	0,337	0,184	1,816	2,970
10	0,308	0,223	1,777	3,078
15	0,223	0,348	1,652	3,472
20	0,180	0,414	1,586	3,735

3.3. Proses Yetenek İndisleri

Normal dağılımlar için proses yeteneğinin belirlenmesinde C_p ve C_{pk} olarak isimlendirilen proses yetenek indislerinden yararlanılır. Bunlardan C_p indisi prosesin sadece yayılımını kontrol ederken, C_{pk} indisi ise prosesin hem yayılımını hemde ortalamasının hedeflerden sapmasını kontrol eder. C_p değeri, resim spesifikasyon aralığı denilen toplam tolerans bölgesi ile normal dağılım aralığı denilen 6σ değerinin oranıdır (Kolarik, 1996).

Tolerans, bir imalat prosesinin hangi sınırlara kadar değişim gösterebileceğini belirleyen aralık değeridir. Proses kontrol altında

tutulduğunda 6σ değeri yaygın olarak kullanılır. $+3\sigma$ ve -3σ sınırlarına doğal toleranslar adı verilir (Montgomery, 1986).

$$C_p = \frac{E \text{ TOLERANS}(T)}{6\sigma} \quad (6)$$

olup, proses merkezlemesi (C_{pk}) ise;

$$C_{pk} = \frac{X - ASL}{3\sigma} \text{ ya da } \frac{USL - X}{3\sigma} \quad (7)$$

ikilisinden küçük olanıdır. Standart sapma da;

$$\sigma = \frac{R}{d_2} \text{ ile hesaplanır.} \quad (8)$$

Parametreler;

R : Değişim aralığı ($X_{max} - X_m$)

X : Proses verilerinin ortalaması

d_2 : Sabit (Çizelge 1'den)

ASL : Alt spesifikasyon limiti (Uygulama amacına göre seçilir)

USL : Üst spesifikasyon limiti (Uygulama amacına göre seçilir)

Proses yeteneği sayısal olarak, spesifikasyon limitleri ile dağılım arasındaki ilişkiyi ifade eder. Prosesin normal olasılık dağılımını izleyen bir sonuç verdiği ve kontrol altında tutulduğu varsayıldığında, üretilen parçaların %99,7'si proses yeteneği karşılığı olan alan içinde yer alacaktır (TS 11659, 1995). C_p ve C_{pk} indisleri, proses yeteneğinin uygunluğunun sayısal olarak değerlendirilmesidir. Prosesin değişiminin spesifikasyon limitleri içinde olup olmadığını belirlememize yardımcı olurlar. Proses yeteneğinin sayısal ifadesi olan bu indekslerin değişik değer aralıklarında farklı yorumlanmaktadır (Özeki ve Tetsuichi, 1990).

C_p ve $C_{pk} > 1,33$ ise yeterli prosesdir. Proses tamamen spesifikasyonları karşılayabilecek yetenektedir.

$1,33 > C_p$ ve $C_{pk} > 1,0$ ise proses kabul edilir. Ancak bu proses spesifikasyonları karşılamakta zorluk çekmektedir.

C_p ve $C_{pk} < 1$ ise proses yetersizdir. Prosesi geliştirmek için yoğun çaba gösterilmelidir.

4. KARO MUKAVEMETLERİ

Yer karosu üretimi yapılan Söğüt Seramik A.Ş'nin Söğüt'de kurulu fabrikasında pişmiş ham karo bünye mukavemet ölçüm uygulaması aşağıda belirtildiği gibi yapılmıştır (SSS, 1998):

- (i) Karo test örnekleri standarda uygun olarak alınmıştır.
- (ii) Karo örneği; mukavemet cihazı mesnetlerinin üzerine, her iki tarafında eşit uzunluk kalacak şekilde yerleştirilmiştir.
- (iii) Tabla yüksekliği ayarlanmıştır.
- (iv) Kırılma anındaki kuvvet değeri okunmuştur.
- (v) Mukavemet değeri aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Doğan, 1985).

$$\text{Mukavemet (kg/cm}^2\text{)} = \frac{3 \cdot P \cdot L}{a} \quad (9)$$

P: Kırılma anında cihazın gösterdiği kuvvet (kg)

L: Mesnet açıklığı (cm)

b: Kırılma yönündeki kenar uzunluğu (cm)

a: Kırılma yerden ölçülen kalınlık (cm)

Bir ay boyunca günde 4 vardiya ölçüm yapılmış ve Çizelge 2 oluşturulmuştur.

5. KARO MUKAVEMETLERİ İÇİN KONTROL KART UYGULAMASI VE İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Söğüt Seramik'den alınan gerçek verilerle değişken kontrol kart ($X-R$) uygulaması

yapılarak istatistiksel sonuçlara ulaşılmıştır. Bu istatistiksel sonuçlar bir sonraki üretim hattının kontrolü için veri oluşturmuştur.

Çizelge 2. Karo Mukavemet Değerleri (kg/cm²)

YER: 3. Fabrika
VARDİYA: 4 Vardiya
*ÜRÜN TİPİ: 33*33 Yer Karosu*

Gün	I. vardiya	II. vardiya	III. vardiya	IV. vardiya
1	402	439	448	441
2	389	438	419	420
3	394	412	410	400
4	400	422	428	432
5	450	470	461	465
6	418	468	454	466
7	404	431	442	406
8	426	428	417	460
9	442	457	466	456
10	397	405	400	408
11	401	415	437	427
12	378	402	376	382
13	369	377	378	374
14	392	390	375	385
15	416	410	444	430
16	468	450	456	448
17	404	416	422	412
18	372	378	364	404
19	355	365	370	364
20	390	382	376	394
21	388	378	374	382
22	412	406	406	440
23	426	420	432	434
24	398	402	417	396
25	386	380	392	394
26	370	361	366	387
27	400	403	397	422
28	410	426	435	450
29	416	440	462	463
30	424	422	430	436

5.1. Değişken Mukavemet Değerleri için Kontrol Şeması

Şemanın oluşturulması için gerekli hesaplamalar aşağıda verilmektedir:

$$\bar{X} = S \frac{\sum X_i}{n} = 412,6 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$R = Z \frac{r}{n} = 27,8 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Günlük gözlem sayısı ($n=4$) olmak üzere değişken mukavemet kontrol limitleri;

$$\begin{aligned} \text{ÜKL}_x &= 412,6 + 0,729*27,8 = 432,9 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{AKL}_x &= 412,6 - 0,729*27,8 = 392,3 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

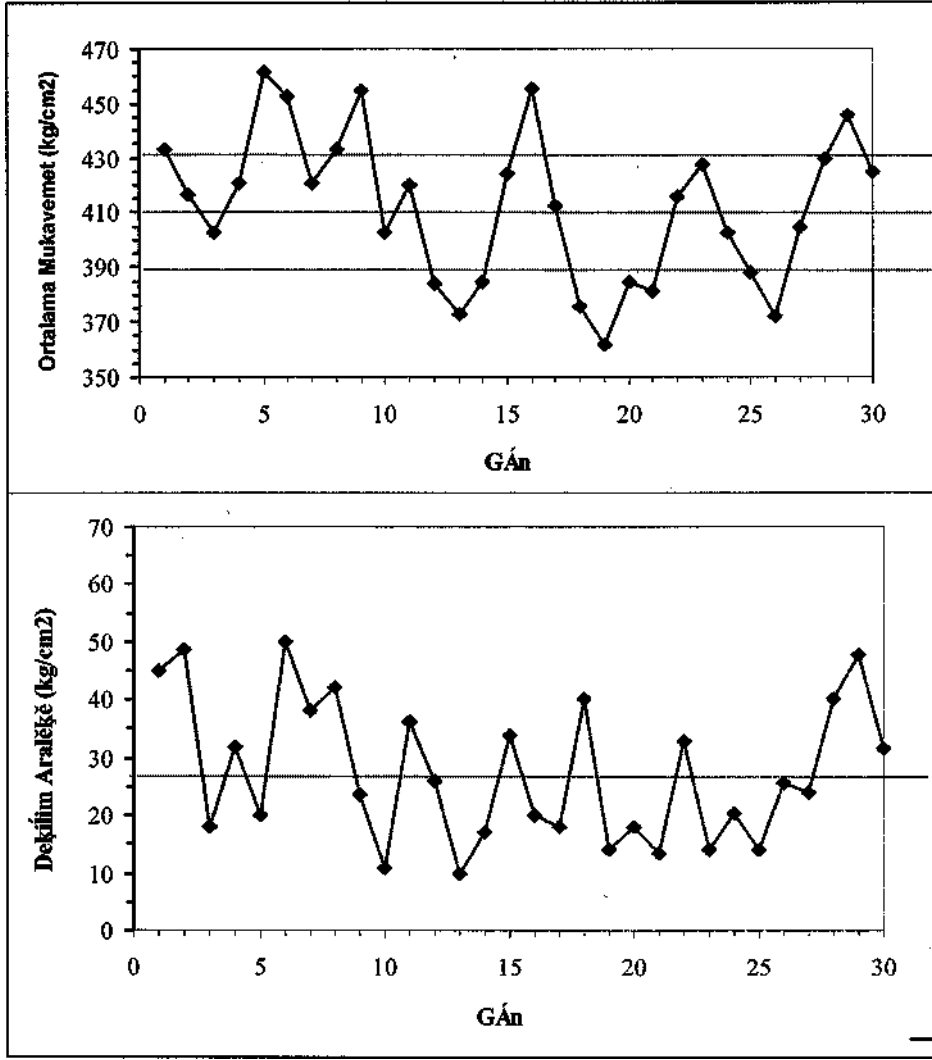
ile değişim aralığı için kontrol limitleri;

$$\begin{aligned} \text{ÜKL}_R &= 2,282*27,8 = 63,53 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{AKL}_R &= 0*27,8 = 0 \end{aligned}$$

hesaplanmıştır.

Şekil 4'de oluşturulmuş şemaların birincisi olan ortalamalar için kontrol şemasında, değişim aralığının (R) çok büyük gerçekleşmemesi (vardiyalar arası ölçüm farklarının büyük olmaması) nedeniyle üst ve alt kontrol limitleri merkez hattına yakın yer almış ve bu limitlerin dışında önemli miktarda değer belirlenmiştir. Bu kontrol dışı değerlerin süreklilik halinde sıralanması (aynı bölgede 3 veya 4 nokta) proses için anlık hatalardan çok dönemsel hatalara işaret etmiştir. Üst kontrol limitinin üzerinde çıkan değerler yer karoları için olumlu görünse de (yüksek dayanım) proses için uzun dönemde bir kontrol problemi oluşturacaktır.

2. şema olan vardiyalar arası mukavemet ölçüm farklılıklarının bir aylık seyrini gösteren şemada ise, gözlem sayısı ile ters orantılı olarak değişen D4 sabiti nedeniyle kontrol limitleri geniş bir aralıkta seyretmiştir.



Şekil 4. X-R şemasında gösterim

5.2. Proses Yeterliliği için İstatistiksel Değerlendirme

Piştirilmiş ham karolar (33*33) için mukavemet spesifikasyon değerleri değişiklik gösterebilmektedir. Bu uygulama için üst spesifikasyon değeri 450 ve alt spesifikasyon değeri de 360 olarak kabul edilmiştir

$$\sigma_x = \frac{R}{d^*} = \frac{27,8}{2,059} = 14,1$$

Normal dağılıma uygunluk araştırması yapılmış olup;

$$Z = \frac{X-X}{\sigma_x} \text{ ve } Z_A = \frac{360-412,6}{14,1} = -3,73$$

Normal dağılım tablosundan;

$X < 360$ toplamı 0,0001 olarak bulunmuştur. Bu da; %0,01 kadardır.

Aym işlem üst spesifikasyon limiti için de yapılmıştır:

$$Z_u = \frac{450-412,6}{14,1} = 2,65 \text{ tablodan } 0,996' \text{ dir.}$$

Bu değer de; $1 - 0,996 = 0,004 = \%0,4$

Toplam spesifikasyon dışı miktar ise:

$\%0,4 + \%0,01 = \%0,41$ olmaktadır.

6. KARO MUKAVEMETLERİ İÇİN PROSES YETERLİLİK ANALİZİ

Nominal değer, histogramda en çok karşılaşılan değer (mod) tepe noktası olarak ifade edilebilir. Bu uygulamada 410 olarak gerçekleşmiştir. C_p ve C_{pk} indislerinin hesaplanarak yorumlanması prosesin yeteneği hakkında fikir verebilecektir.

$$C_p = \frac{USL-ASL}{6\sigma} = \frac{450-360}{6*14,1} = 1,06$$

$$C_{pk}(üst) = \frac{USL-X}{3\sigma} = \frac{450-412,6}{3*14,1} = 0,88$$

$$C_{pk}(alt) = \frac{ASL-X}{3a} = \frac{360-412,6}{3*14,1} = -1,24$$

mutlak değerce küçük olan 0,88 kabul edilmiş olup, Şekil 5'de normal dağılım eğrisi üzerinde histogram şeklinde gösterim yer almaktadır.

Histogramdaki nominal ortalama değeri (410) ile spesifikasyonların ilişkisinin belirlenebilmesi için aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır:

$C_p = 1,0$ yeterlilik kabulü yapılarak;

$$450-360$$

• formülünden $\sigma = 15$ ve

$$6\sigma$$

$$C_{pk}(üst) = \frac{450 - 410}{3*15} = 0,88$$

$$C_{pk}(alt) = \frac{360-410}{3*15} = 1,11$$

$$C_{pk} = \min \{0,88, -(-1,11)\} = 0,88 \text{ dir.}$$

C_p minimum olmak üzere ($C_p = 1,0$ ve $G = 15$)

aynı işlem X için yapılarak;

$$C_{pk}(üst) = \frac{360 - 450}{3*15} = 0,53$$

$$C_{pk}(alt) = \frac{360 - 450}{3*15} = 1,16$$

$$C_{pk} = \min \{0,83, -(-1,16)\} = 0,83 \text{ elde edilmiştir.}$$

Bu değişim Şekil 6'da verilmektedir.

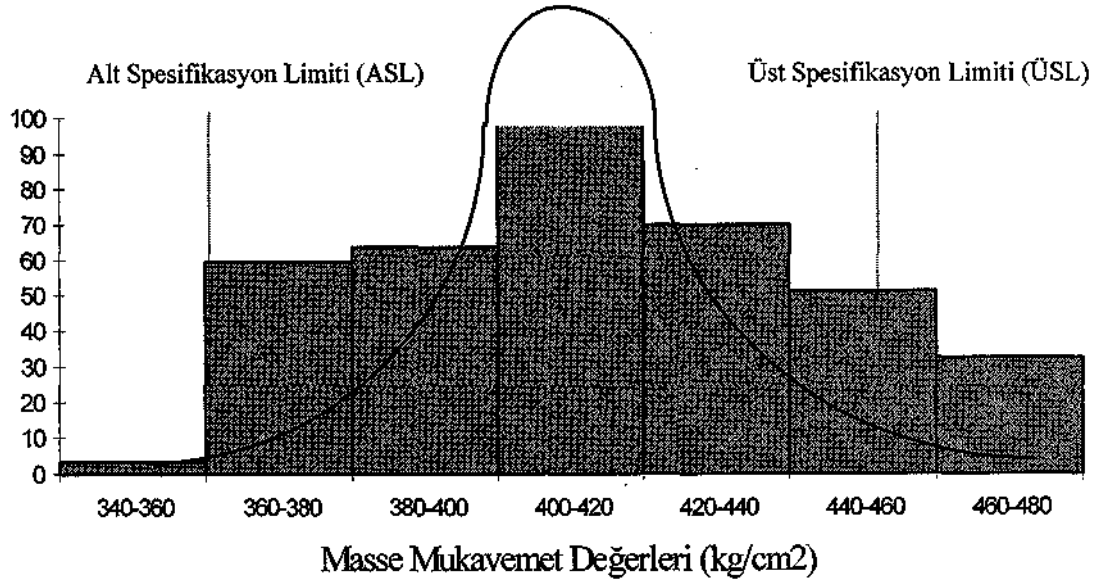
$X_{nom} = 410$ için $C_{pk} = 1,0$ (minimum yeterlilik) kabulü yapılmış ve $a = 12,4$ hesaplanmıştır.

$X = 412,6$ için de $C_{pk} = 1,0$ (minimum yeterlilik) kabulü yapılmış ve $a = 13,3$ olmuştur.

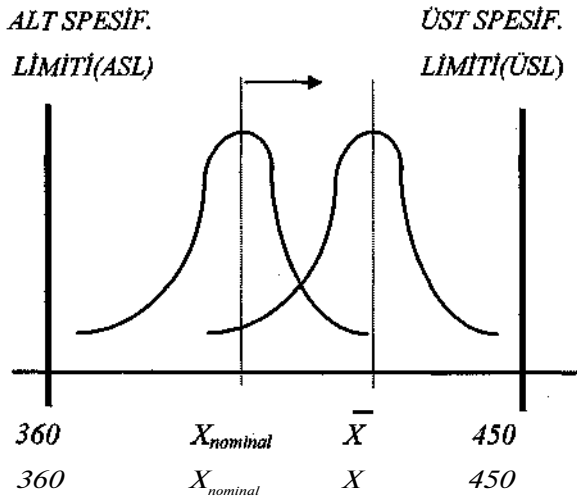
Birden fazla mod değeri gösteren histogramlarda nominal ortalamaya dayalı proses yeterlilik yaklaşımı mümkün olamaz. Bu da yöntemin bir dezavantajı olarak belirtilebilecektir.

7. SONUÇLAR

Yer karosu üretim proseslerinde mukavemet ölçüm uygulamalarının sıklığı analizlerin hassasiyetini artırmıştır. Bir aylık ölçüm değerlerinin önemli ölçüde kontrol limitlerinin dışına çıktığı ve bunun yer yer süreklilik arzettiği görülmüştür. Özellikle 5. ve 9. günler



Şekil 5. Karo mukavemet yeterlilik analizi



Şekil 6. Nominal ortalama ve spesifikasyonlar

arasında pozitif (ÜSL üzerinde), 18. ve 21. günler arasında ise negatif (ASL altında)

davranış yoğunlaşması izlenmiştir. Ancak çok uç değerler elde edilmemiş olup vardiyalar arası değer farkı (R) tehlikeli boyutlara varmamıştır.

C_p ve C_{pk} değerleri, kabul edilebilirlik koşullarına yakın olmasına rağmen proses $C_{pk} < 1,00$ durumundan dolayı yetersiz olarak gerçekleşmiştir. C_{pk} değerinin artması için ÜSL'nin artırılması bir çözüm olarak düşünülmüştür.

Hesaplanmış parametre değerleri Çizelge 3'de düzenlenmiştir.

ÜSL artışı karo mukavemeti için olumlu görünmesine karşın ölçüm hatalarını görmeyi

Çizelge 3. Proses Yeterlilik Analiz Sonuçları

C_p	1,06	Targ	*	Ortalama	412,6	% > ÜL Exp	0,41	PPM >ÜL Exp	4090
CPU	0,88	UL	450	Ort. + 3s	455,026	Obs	11,67	Obs	116667
CPL	1,24	AL	360	Ort. - 3s	370,174	% < AL Exp	0,01	PPM < AL Exp	100
C_{pk}	0,88	k	0,169	s	14,142	Obs	0,83	Obs	8333
Cpm	*	n	120						

zorlaştıracığı ve analizin hassasiyetini azaltacağı için tercih edilmemesi önerilmiştir. Çözümün hammadde ve eleme-öğütme aşamalarında aranması gerekliliği belirtilmiştir.

Nominal ortalama (mod) değerinin spesifikasyonlarla ilişkisinden oluşan sonuçlar bazı stratejik yaklaşımların düşünülmesini gerektirmiştir. Nominal (G) değerinin hedeflenen (G) değerinden büyük olması, yer karosu üretim prosesi için bir potansiyel probleme işaret etmektedir. 0,88 ve 0,83 değerlerinin birbirine yakın olarak ortaya çıkması tehlikenin henüz büyük boyutlara ulaşmadığını göstermektedir. Nominal ortalamanın hedeflenen ortalama (X) eşitlenmesi için çaba gösterilmelidir.

Yer karosu bünye mukavemetleri için gerçekleştirilen analizler; porozite, nem, viskozite ve yoğunluk gibi değişken parametrelere de uygulanarak seramik proseslerinin istatistiksel kontrolü mümkün olabilecektir.

TEŞEKKÜR

Söğüt Seramik Sanayi A.Ş.'ne çalışmanın çeşitli evrelerinde göstermiş oldukları kolaylık ve yardım için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

DeVor, R.E., 1992; "Statistical Quality Design and Control", McMillan, NewYork, 813 s.

Doğan, Ş., 1985; "Seramik Teknolojisi", Birsen Kitabevi, İstanbul, 143 s.

Hostetter, N., 1997; "Controlling Final Product Quality with SPC Software", Ceramic Industry, 12, s. 80-82

Ishikawa, K., 1991; "Introduction to Quality Control", By 3A Corperation, Tokyo, 127 s.

Kolarik, W.J., 1996; "Creating Quality", McGraw Hill - International Edition, s.289-317

Kume, H., 1989; "Statistical Methods for Quality Improvement", Tokyo, 230 s.

Milton, J.S., Arnold, J.C., 1995; "Introduction to Probability and Statistics", McGraw Hill - Third Editions. 683-691.

Montgomery, D.C., 1986; "Introduction to Statistical Quality Control", Third Edition, 78 s.

Ozeki, K., Tetsuichi, A., 1990; "Handbook of Quality Tools", Productivity Press Inc., Cambridge, s. 183-186.

(SSS), 1998; "Kalite Kontrol Laboratuar Bilgileri", Söğüt.

Tate, R.G., 1989; "İstatistiksel Proses Kontrol ve Kalite Geliştirme", Türkiye Şişe ve Cam Fab. A.Ş. Yayım, İstanbul.

Tefek, M., Bilgeç, Ç., 1997; "Yer Karoları", Kimya Mühendisliği Dergisi, s. 27-31.

TS 11659, 1995; "İstatistik - Terimler ve Semboller - İstatistiksel Kalite Kontrolü", TSE, Ankara, 27 s.

Tütmez, B., 1999; "Cevher Hazırlamada İstatistiksel Proses Kontrol ve Seramik Endüstrisinde Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Adana, 92 s.