

ÇOK AŞAMALI PROSESLERDE ÖRNEK HACMİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR MODEL VE GENETİK ALGORİTMALAR YARDIMIYLA ÇÖZÜM ÖNERİSİ

İhsan KAYA*

ÖZET

Bu çalışmada, çok aşamalı kabul örnekleme problemleri için Genetik Algoritma (GA) yaklaşımı incelenmiştir. Langner (2001) tarafından geliştirilen model kullanılarak, çok aşamalı muayene probleminin çözümüne ilişkin Visual Basic 6.0 programlama dilinde bir program hazırlanmış ve GA ile çözülen bu modelden elde edilen sonuçlar ANSI/ASQC Z1.4 örnekleme planı ile karşılaştırılmıştır. Her iki örnekleme planı için elde edilen örnek hacmi (n) ve kabul edilebilir kusur sayısı (c) değerleri için çalışma karakteristiği (OC-Operating Characteristics) ve Kabul Olasılığı (Pa) eğrileri WinQSB yardımıyla çizilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kabul Örnekleme, Genetik Algoritma, Çok Aşamalı Prosesler

ABSTRACT

In this study, genetic algorithms (GAs) approach was investigated for problems of acceptance sampling in multistage processes. A computer program which was coded Visual Basic Computer Programming Language 6.0 was prepared to solve of multistage inspection problems help of a model which was improved by Langner (2001) and results of this model which was solved by GAs were compared results of ANSI/ASQC Z1.4 Acceptance Sampling Standards. Operating Characteristics (OC) and Acceptance Probability (Pa) diagrams were created depend on sampling number, n, and acceptance number, c, help of WinQSB program and theirs results were analyzed.

Keywords: Acceptance Sampling, Genetic Algorithms, Multi-stage Processes

Giriş

Günümüzde kalite, hayatımızın her noktasında karşımıza çıkmakta ve bir tercih sebebi olmaktadır. Artık sadece tüketici kaliteli ürün almak istememekte aynı zamanda üreticiler de aldıkları hammaddelerin kaliteli olmasını istemektedirler. Üretici ve tüketicilerin kaliteye yaklaşımlarından dolayı; kalite ve kontrol faaliyetleri işletmeler için büyük önem taşımaktadır. Bu faaliyetler için pek çok teknik kullanılmaktadır. Kalite kontrolde kullanılan en etkin tekniklerden biri kabul örneklemesidir. Kabul örnekleme, partiden rasgele seçilen belli miktardaki örneğin muayene edilerek örnekleme planındaki kabul edilebilir kusurlu sayısına göre partinin kabul veya red edilmesi sürecidir. Kabul örnekleme yapılırken işletme birtakım maliyetlere de katlanmak zorundadır. Bu sebepten ötürü, işletmeler örnekleme faaliyetleri sırasında maliyet boyutunu da göz önüne almakta ve en uygun kontrol değerlerinin belirlenebilmesi için değişik yaklaşımlar kullanmaktadırlar.

Bu çalışmada, en iyi örnek hacmi (n) ve kabul edilebilir kusur sayısı (c) değerlerinin belirlemek için Langner (2001, vd. 2002) tarafından geliştirilen çok amaçlı modelin GA yardımı ile çözümü irdelenmiştir. Çalışmanın ikinci

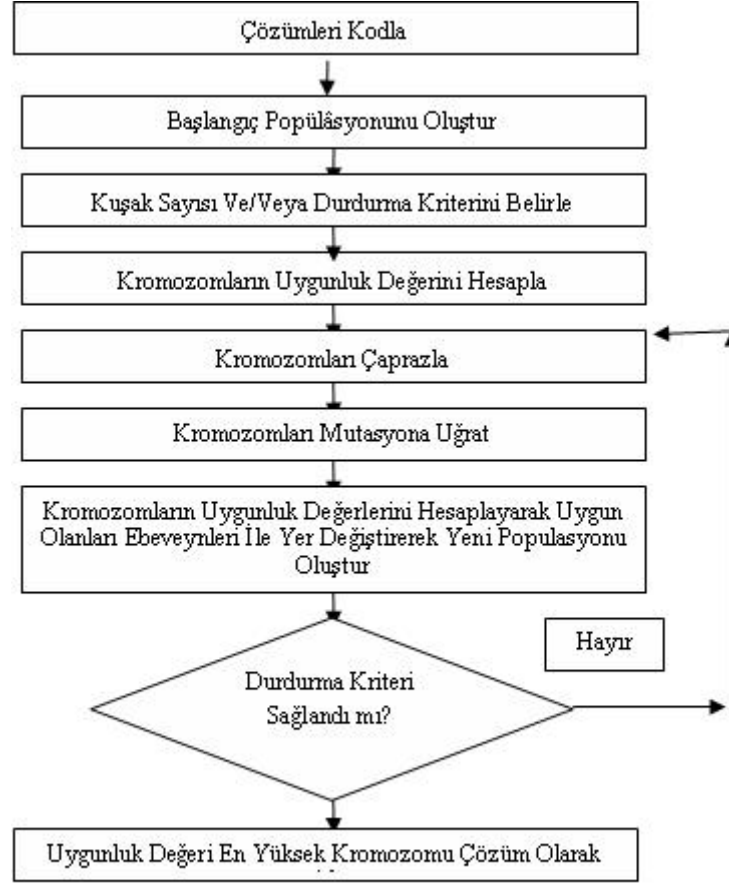
* Arş. Gör., İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü

bölümünde GA kısaca açıklanmış ve çalışmada problem çözmek için kullanılan GA operatörleri izah edilmiştir; üçüncü bölümde, kabul örnekleme kısaca izah edilmiş ve son yıllarda bu alanda yapılan çalışmalar özetlenmiştir; dördüncü bölümde, çok aşamalı süreçler kısaca izah edilmiştir; beşinci bölümde çalışmada ele alınan çok aşamalı kabul örnekleme problemi ve Langner (2001) tarafından geliştirilen model incelenmiş ve bu problem GA yardımı ile çözülmüş ve elde edilen değerler standart değerleri ile karşılaştırılmıştır. Son olarak altıncı bölümde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

2.Genetik Algoritma

GA, rastsal tabanlı bir arama metodudur. GA, en iyinin yaşaması kuralına dayanarak sürekli iyileşen çözümler üretir (Lawrence,1990). GA, araştırma ve optimizasyon algoritmaları olup, canlılardaki doğal gelişim prensibine dayanmaktadır. GA çözüm uzayındaki her noktayı, kromozom adı verilen bir dizi ile kodlar. Her kuşakta, GA, çaprazlama ve mutasyon gibi genetik operatörleri kullanarak yeni bir populasyon oluşturur. Birkaç kuşak sonunda, populasyon daha iyi uygunluk değerine sahip üyeleri içerir (Jang, 1997). GA'ların genel işleyişi Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çok Aşamalı Proseslerde Örnek Hacminin Belirlenmesi Üzerine Bir Model ve Genetik Algoritmalar Yardımıyla Çözüm Önerisi



Şekil 1 Genetik Algoritmaların Genel İşleyişi (Kaya, Engin 2004)

2.1.1. Genetik Algoritmalarda Kullanılan Operatörler

Bu bölümde, problem çözümü için geliştirilen GA yaklaşımı için kullanılan çaprazlama ve mutasyon operatörleri kısaca izah edilmiştir.

2.1.2 Çaprazlama Operatörü

Çaprazlama, ebeveynlerden bazı genleri alarak yeni bireyler oluşturma işlemidir. Çaprazlama yapılacak konum rasgele seçilir. Oluşan yeni birey ebeveynlerinin bazı özelliklerini almış ve bir bakıma ikisinin kopyası olmuştur. Çaprazlama işlemi başka şekillerde de yapılabilir. Birden fazla çaprazlama noktası gibi daha iyi performans almak amacıyla değişik çaprazlamalar kullanılabilir (Kurt & Semetay, 2001).

Popülasyonda ne oranda bir çaprazlamaya izin verildiği çaprazlama oranı (p_c) ile gösterilir. Literatürde çeşitli çaprazlama operatörleri önerilmiştir. Bunlardan en yaygın kullanılanları tek noktalı çaprazlama ve çok noktalı çaprazlamadır

(Goldberg, 1989:204-206; Gen ve Cheng, 1999:27-34). Bu çalışmada aşağıda açıklanan çaprazlama operatörleri incelenecektir.

Tek Nokta Çaprazlama

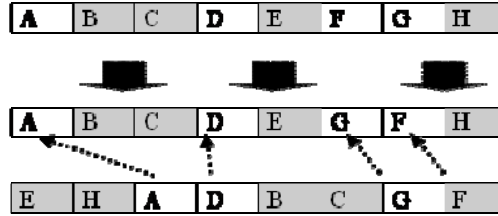
Tek nokta çaprazlamada rassal olarak seçilen iki genin yerleri karşılıklı olarak değiştirilir. Bu yöntemde, $1 \leq k \leq L-1$ aralığında olmak üzere rassal olarak bir k kesme noktası seçilir. Örnek için $k=3$ alınmıştır. Seçilen noktanın sağında kalan ve eşleme bölümü adı verilen bölümlerin yerleri değiştirilerek iki yeni birey oluşturulur. Şekil 2'de tek nokta çaprazlama şematik olarak verilmiştir. Çok noktalı çaprazlama da ise, kesme noktası sayısı birden fazladır (Goldberg, 1989:204-206; Langner vd. 2002).

Ebeveyn 1					Yeni birey 1				
1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Ebeveyn 2					Yeni birey 2				
1	1	0	0	0	1	1	0	1	1

Şekil 2. Tek Noktalı Çaprazlama

Pozisyona Dayalı Çaprazlama

Bu çaprazlamada Şekil 3'te görüldüğü gibi, rassal olarak seçilmiş pozisyondaki genler, bir ebeveynden çocuğa kalıtsallaştırılır (Murata ve diğ. a, 1996).



Şekil 3. Pozisyona Dayalı Çaprazlama

Sıraya Dayalı Çaprazlama

İlk olarak Davis tarafından önerilmiştir (Cheng ve diğ., 1999). Bu yöntemde bir grup nokta rasgele seçilir. Birinci kromozomun seçilen noktalara karşılık gelen karakterleri aynen yerlerini korur. İkinci kromozomun seçilen noktalara ait karakterleri birinci kromozomun aynı noktalarındaki karakterlerin önüne getirilir. Geriye kalan boş pozisyonlara ikinci kromozomdan aktarılan yeni karakterler de göz önünde bulundurularak ilk kromozomun kullanılmayan karakterleri tarafından sıra ile (soldan sağa) yerleştirilerek yeni bir kromozom elde edilir. Bu tür çaprazlama kromozomu oluşturan karakterlerin sayı ve sıralarının önem taşıdığı durumlarda kullanılır. (Engin, 2001:74).

Çok Aşamalı Proseslerde Örnek Hacminin Belirlenmesi Üzerine Bir Model ve Genetik Algoritmalar Yardımıyla Çözüm Önerisi

Kısmi Planlı Çaprazlama

Goldberg tarafından geliştirilen bu çaprazlama ilk olarak gezgin satıcı probleminde kullanılmıştır (Goldberg, 1989:63). Kısmi planlı çaprazlama operatöründe, kromozomlardan ortak bir aralık rassal bir şekilde seçilir, daha sonra, seçilmiş iki aralıktaki genler belirlenir. İkinci olarak, kromozomlarda bu iki aralık değiştirilir.

Doğrusal Sıralı Çaprazlama

Falkenaur ve Bouffouix tarafından geliştirilmiştir. İşlem adımları (Cheng ve diğ., 1999):

- ✓ Mevcut popülasyon içerisinde rassal olarak iki kromozom seç,
- ✓ Seçilen bu iki dizi (kromozom) üzerinde rassal olarak iki alt dizi seç,
- ✓ P_1 dizisinden seçilen alt diziyi kromozomdan kopar,
- ✓ Boş kalan yerlere H yaz,
- ✓ Benzer şekilde P_2 dizisinde de aynı işlemleri gerçekleştir,
- ✓ Birinci alt diziyi P_1 'e ve ikinci alt diziyi P_2 'ye yerleştir.

2.1.3.Mutasyon Operatörü

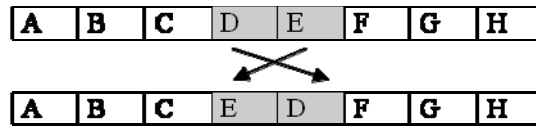
Canlılarda gen rekombinasyonlarının dışındaki diğer nedenlerle ve ani olarak meydana gelen kalıtsal değişimlere mutasyon denir. Mutasyon işlemi esnasında kromozomdaki gen sayısı değişmez sabit kalır. Mutasyon frekansının büyüklüğü GA'nın performansını etkilemektedir (Fıçlalı ve Engin, 2002). Çalışmada incelenen mutasyon operatörleri aşağıda verilmiştir:

Ters Mutasyon

Bir kromozomda rassal olarak iki pozisyon seçilir, bu iki pozisyondaki alt diziler ters çevrilir (Murata ve diğ., b, 1996).

Komşu İki Geni Değiştirme

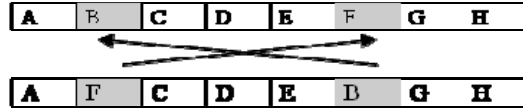
Rassal olarak seçilen iki komşu gen değiştirilebilir (Murata ve diğ.,b, 1996). Şekil 4'te komşu iki geni değiştirme mutasyon işlemi gösterilmiştir.



Şekil 4. Komşu İki Geni Değiştirme

Keyfi İki Geni Değiştirme

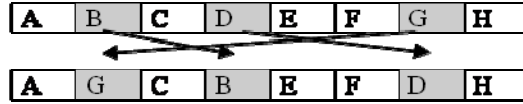
Rassal seçilen iki gen değiştirilebilir (Murata ve diğ.,b, 1996). Şekil 5'te keyfi iki işi değiştirme mutasyon işlemi gösterilmiştir.



Şekil 5. Keyfi İki Geni Değiştirme

Keyfi Üç Geni Değiştirme

Rassal olarak seçilen üç gen keyfi olarak değiştirilir (Murata ve diğ.,b, 1996). Şekil 6'da keyfi üç geni değiştirme mutasyon işlemi gösterilmiştir.



Şekil 6. Keyfi Üç Geni Değiştirme

Araya Yerleştirme

Bu mutasyon işleminde, bir operasyondaki bir gen kaydırılır ve diğer bir pozisyona konulur. Kaydırma noktası rassal olarak seçilir (Murata ve diğ.,b, 1996).

3. Kabul Örneklemesi

Kalite kontrolün en önemli araçlarından biri kabul örneklemesidir. Örneklemesi, bir ana kütle için belirli özellikleri hakkında karar vermek amacıyla ana kütle için en iyi temsil edecek biçimde ve belirli kriterlere göre belirlenen nispeten küçük bir kısmının seçilmesi işlemi olarak tanımlanabilir (Gözlü, 1990:114).

3.1 Örneklemesi Planları

Kalite kontrolünde kullanılan örneklemesi planları, değerlendirme kriterleri açısından "özellikler" ve "değişkenler" olmak üzere başlıca iki grupta toplanır. Özelliklere göre değerlendirme yapan örneklemesi planlarında genellikle p ile gösterilen ve kusurlu parça oranı adı verilen değer, parti hakkında verilecek kararda temel kriter olarak göz önüne alınır. Değişkenlere göre değerlendirme yapan örneklemesi planlarında ise karar kriterini oluşturan değişken, bir kalite spesifikasyonuna ait boyut, ağırlık, hız vb. ölçülebilen bir değerdir (Gözlü, 1990:117).

3.2. Örneklem Planları İle İlgili Literatür Taraması

Bu bölümde, son yıllarda örneklem planları ile ilgili olarak hazırlanan ve literatürde yer alan çalışmalar kısaca özetlenmiştir.

Taulananda 1973 yılında yaptığı çalışma ile örneklem planlarında toplam maliyetleri minimize etmek için bir model geliştirmiştir. Problemi üç aşamalı dinamik programlama problemi olarak ele alarak, ilk aşamada; optimum kabul edilebilir kusurlu sayısını (c); ikinci aşamada, optimum proses kalite seviyesini (p^{*}); ve üçüncü aşamada ise optimum ortalama gelen kalite seviyesi (AIQL-Average Input Quality Level) değerlerini belirlemiştir. Programın çıktısı ise; toplam imalat maliyetini minimize eden ortalama çıkan kalite seviyesi (AOQL) dir (Wall ve Elshennawy, 1989).

Collins 1974 yılında yaptığı çalışma ile maliyete dayalı kabul örnekleme için Bayes karar teorisi yaklaşımını tanımlamıştır. Örneklem planı için beklenen maliyet; her bir partinin kusurlu bulundurma olasılığına bağlı olarak maliyetlerin ağırlıklandırılması sonucu elde edilmiş ve bu maliyetin karar probleminin çözümünde daha etkin olduğu belirlenmiştir (Wall ve Elshennawy, 1989).

Taracena 1983 yılında yaptığı çalışma ile geri-besleme mekanizmasına sahip bir örneklem modeli geliştirmiştir. Partilerin kabul veya ret kararı için önceki muayene sonuçlarından elde edilen bilgiler kullanılmıştır. Mevcut partinin sonraki dağılımı gelecek parti için önceki dağılım olarak varsayılmış ve proses kalitesinin tahmini eş zamanlı olarak sağlanmıştır. Birkaç örnekle bu dinamik yaklaşımın pratikte statik yaklaşımdan daha ekonomik olduğunu gösterilmiştir (Wall ve Elshennawy, 1989).

Hassan (1985), çok ürünlü, çok parçalı, çok aşamalı imalat ve kalite sistemi için bir simülasyon modeli geliştirmiştir. Simülasyon modelinin çıktısı, ortalama toplam maliyet ve ürünlerin çıkan ortalama kalitesidir. Bu model yardımı ile partilerin maliyet ve kalite bilgileri kullanılarak, operatörün imalat ve montaj proseslerinin ve tekli örneklem planlarının istenilen kalite kombinasyonunu seçebilmesine ve değerlendirebilmesine imkan sağlanmıştır. Çalışmada, değişik maliyet ve kalite değerlerini kullanılarak; kalite bileşenleri değiştirilerek arzu edilen kalite değerlerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Simülasyon modeli, hem yığın içerisindeki hatalı oranını hem de ret edilecek ürün oranını belirlemektedir. Sonuç olarak; bu simülasyon modelinin, imalat ve kalite sisteminin analizine yardımcı olabileceği belirlenmiştir.

Tagaras ve Lee (1987), parti kusurlu oranları için Beta dağılımını kullanarak tekli örneklem planları için Bayes algoritmasının özelliklerini belirleyerek örneklem planlarını ekonomik olarak analiz etmişlerdir. Toplam maliyet, muayene maliyeti, yeniden işleme maliyeti ve kusurlu çıkma maliyetlerinden oluşmaktadır. Böylece sistemin beklenen maliyetlerini ortaya koyarak en ekonomik planın seçimi için sezgisel bir yöntem geliştirmişlerdir.

Evans ve Alexander (1987), tekli örneklem planlarında, maliyet ve çıkan kusurlu oranını minimize edecek çok amaçlı bir karar modeli geliştirerek örneklem planlarını ekonomik olarak analizi etmişlerdir.

Parkinson (1988), kontrol edilmiş değişkenlerin olasılık dağılımının örneklem değişkenleri üzerindeki etkisini incelemiş ve bunların parçaların

güvenilirliğinin belirlenmesinde bir faktör olarak ifade edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmada; azaltılmış hata maliyetine karşılık ekstra örnekleme ve iade maliyetlerini ayarlayan, optimum örnekleme planını belirleyen bir maliyet optimizasyon prosedürü önerilerek, örnekleme planlarının, parça güvenilirliği ve parça dağılımı üzerindeki etkileri tanımlanmıştır. Bu yöntemin aynı zamanda hata risklerini azaltma gibi kalite kontrol faaliyetlerine ilişkin bir potansiyele sahip olduğu da vurgulanmıştır.

Jaraiedi (1990); kontrol diyagramları ve ekonomik örnekleme planları tasarımı için sinyal belirleme teorisini (Signal Detection Theory- SDT) kullanmıştır. SDT teorisine göre, gözlemci kararları bir önceki uyarılardan elde edilen bilgilere, sensör analiz mekanizmasına ve her bir kararın sonuçlarına dayandırır. Sinyalin sunulup sunulmadığına göre gözlemcinin cevabı “evet” ya da “hayır” olur. Gözlemcinin performansı; yanlış alarm olasılığına karşın doğru gözlem olasılığını gösteren alıcı çalışma karakteristiği grafiğine göre değerlendirilmektedir.

Bai ve Hong (1990), örnekleme planlarını; değişik kabul sayılarına sahip sabit büyüklükteki örnek hacimli planlar ve farklı örnek hacimlerine sahip örnekleme planları olarak iki farklı şekilde incelemişlerdir. Örnekleme planlarının maliyeti, muayene ve değiştirme maliyetleri olarak tespit edilmiş ve bu maliyetler lineer bir model olarak ifade edilerek optimum kabul edilebilir kusur sayısı (c) değeri belirlenmeye çalışılmıştır.

Jaraiedi ve Segall (1990); gelen partinin kusurlu oranının (p') beta dağılımına sahip olduğu durumda tekli ve ikil örnekleme planlarının çıkan kalitesi için matematiksel bir model oluşturmaya çalışmışlardır ve bu modele ilişkin birkaç sayısal örnek sunmuşlardır. Bu örneklerde, değişken parametre değerlerinin beta dağılımı için tekli ve ikili örnekleme planlarında rastsal ve sabit kusurlu oranları için çıkan ortalama kalite değerleri karşılaştırılmıştır. Simülasyon kullanılarak çözülen bu örnekler, tekli ve ikili örnekleme planlarında rastsal kusurlu oranına ait çıkan ortalama kalitenin sabit kusurlu oranına ait çıkan ortalama kaliteden önemli derecede farklı olduğu belirlenmiştir. Geleneksel çalışmalarda kusurlu oranı sabit olarak kabul edilmektedir. Oysa değişik iş çevresi, işçi faktörlerine göre kusurlu oranı değişkenlik göstermektedir, bu sebeple çalışmada beta dağılımı kullanılarak değişken kusurlu oranları için örnekleme planları matematiksel olarak modellenmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla çıkan kaliteyi yalnızca ortalama kalite etkilememekte aynı zamanda kalitenin değişkenliği de etkilemektedir. Çalışmada tekli ve ikili örnekleme planları için örnekler sunulmuştur. Tekli örnekleme planı için sunulan örnekte sabit kusurlu oranına ait AOQL değişken kusurlu oranına ait AOQL'den daha büyük olurken, ikili örnekleme planı uygulandığında da sabit kusurlu oranı için AOQ değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; çıkan kalite gereksinimlerine dayanan kabul örnekleme planlarının tasarımında kusurlu oranındaki rastsal varyasyonların dikkate alınması gerektiği, tekli ve ikili örnekleme planları kullanılarak değişken kusurlu oranı için çıkan AOQ sabit kusurlu oranına göre farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Bu problemin, kusurlu oranındaki varyasyonların azaltılması ve/veya daha tedbirli örnekleme planlarının

Çok Aşamalı Proseslerde Örnek Hacminin Belirlenmesi Üzerine Bir Model ve Genetik Algoritmalar Yardımıyla Çözüm Önerisi

kullanılmasıyla giderilebileceği belirlenmiştir. Kusurlu oranındaki varyasyonların azaltılması problemi çok zor olabilir. Çünkü bu varyasyonlar insan, gelen malzeme kusurluluğu, makine ve kontrol edilemeyen faktörlerden kaynaklanmaktadır. Bu problemlerin; düzenli operatör eğitimi, iş rotasyonu, monotonluğu ve bezginliği önlemek için daha sık aralar, hammadde izleme prosedürlerinin hazırlanması, makinelerin önleyici ve çizelgeli bakımı gibi önlemler alınarak azaltılabileceği belirtilmiştir.

Kleijnen ve ark. (1992); kabul edilebilir kusur sayısı (k_0) sabitinin ve buna bağlı diğer parametrelerin nasıl seçildiğini incelemişlerdir. AOQL örnekleme planlarında; eğer örnek hacimde çıkan kusurlu sayısı (k) k_0 değerini aşarsa tüm parti muayene edilir. Çalışmada, AOQL değerinden hareketle “Monte Carlo” simülasyonu yardımı ile örnekleme planları irdelenmiştir. Çalışmada; yıllık popülasyonun alt popülasyonlara bölünmesinin ve orijinal oranı tahmin etmenin etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada ayrıca, örnekleme planlarının bilanço ve hesap işlerinde kullanılması irdelenmiştir. Sonuç olarak; AOQL örnekleme planları bilanço ve hesap işleri de dahil pratikte kullanılabileceği belirlenmiştir.

Kouikoglu (1994), tekli örnekleme planlarında karar verme problemini çözmek için binom dağılımın nomogram özelliğini kullanmıştır. Kouikoglu, üretici ve tüketici risklerini iki kısıt olarak almış ve bunları nomogram üzerine yerleştirerek planların uygunluklarını karşılaştırarak en uygun planı belirlemeye çalışmıştır.

Chakraborty (1994), örnekleme planlarında kullanılacak parametreleri belirleyebilmek için bir çözüm prosedürü geliştirmiştir. Parametrelerin tam olarak bilinmediği durumlarda tekli örnekleme planlarında parti toleransının göz önüne alınmasını ve parametrelerin bulanık değişkenler olarak kabul edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Belirsiz örnekleme parametreleri bulanık değişkenler olarak varsayılmış, N parti hacmi ile Dodge Romig LTPD tekli örnekleme planı değeri bulanık olmayan değerler olarak kabul edilerek bir doğrusal olmayan stokastik programlama problemi oluşturulmuştur. Sonuç olarak; örnekleme planlarının endüstriyel uygulamalarında karar almada kullanılan belirsizlikler her zaman rastsallığa bağlı olmadığı, insan sezgisi, tüketici riski gereksinimleri ve doğruluk için çizelgelenmiş geleneksel verilerden yararlanılarak LTPD kalitesinin, teknolojik ve ekonomik faktörleri de dikkate alarak belirsiz olan örnekleme parametre değerlerinin belirlenebileceği belirtilmiştir.

Fink ve Margavio (1994); kontrol muayenesi için, tekli örnekleme planları, %100 muayene ve % 0 muayene seçeneklerini ekonomik modeller geliştirerek incelemişlerdir. Bu modellerde; ekonomik kalite maliyetini göstermek için kuadratik yapıya sahip bir kayıp fonksiyonu oluşturulmuş ve en iyi seçeneğin, %100 muayene veya örnekleme muayenesi olduğunu belirlenmiştir.

Tagaras (1994); nitel örnekleme planlarında minimum maliyetli örnekleme planı seçimine yardımcı olması için ekonomik bir model geliştirmiştir. Model, Kuadratik Taguchi kayıp fonksiyonu yaklaşımını esas almış ve kabul edilen parçaların maliyeti değerlendirilmiştir. Bu çalışmada; kuadratik maliyet modeli ve kuadratik karar teorisi modeli arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Ronen ve Spector (1995), nitelikler için örnekleme planlarında, örnek kontrolünü kolaylaştırması amacıyla bir yaklaşım sunmuşlardır. Bu yaklaşım, optimal seçim iki kritere dayanmaktadır: beklenen maliyet ve standart sapma. Bu çalışmada, farklı organizasyonların strateji ve tercihlerine göre farklı örnekleme planları tercih etmeleri gerektiği savunulmuştur. Burada yaygın olarak kullanılan istatistiksel kriterlere karşın ekonomik kriterlere göre düzenlenen farklı örnekleme planları da sunulmuştur. Çalışmada, verilen durumda uygun örnekleme planını seçmek için pratik bir araç sunulmuştur. Öncelikle potansiyel planlar bilgi yapı modellerine dönüştürülmüş ve daha sonra etki sınırı çizilmiştir. Böylece alt planlar göz ardı edilebilmiştir. Bir sonraki adımda ise, en faydalı grafiğin ortalama varyansı grafik olarak çizilmiştir. Bu grafik karar vericinin en doğru planı seçmesine yardımcı olarak önerilmiştir.

Lee ve Unnikrishnan (1998); çok aşamalı imalat sisteminde, muayene hata olasılığını dikkate alarak muayene kapasitesi ve zaman kısıtına bağlı olarak uygun muayene sayısını belirleyecek bir metodoloji geliştirmişlerdir. Önerilen metodoloji belirli kalite hedeflerine ulaşmak için, gerekli muayeneleri ve sayılarını belirlemektedir.

Sohn ve Jang (2001); verilerin güvenilirliğini kontrol etmek için kabul örnekleme yaklaşımını ele almışlardır. İmalat aşamasında ürünlerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla uygulanan “verilerin bozulma testi” yaklaşımı için tekli örnekleme planı tasarlamışlardır. Sonuç olarak; önerilen yaklaşım uygun sonuçlar verdiği ve pek çok alanda kullanılabilceği belirlenmiştir.

Ferrell ve Chhoker (2002); ekonomik optimal kabul örnekleme planlarının tasarımı üzerine çalışmışlardır. Çalışmada; kalite karakteristiği ve hedef değer arasındaki sapmaları ölçmek için, sürekli kayıp fonksiyonunu kullanmışlardır. Ayrıca, muayene hatalarını da modelleyerek optimum örnekleme planlarının belirlenmesi için grafikler oluşturmuşlardır. Çalışmada, hem %100 muayene hem de tekli örnekleme planlarının tasarımı için, muayene hatalarını da dikkate alan matematiksel modeller geliştirilmiştir.

Markowski ve Markowski (2002); istatistiksel sınıflandırma hatalarının risklerini göstermek için alternatif örnekleme planları tasarlamışlardır. Bu planlar, sınıflandırma hata oranlarını tahmin etmekte ve bu tür hataların azaltılması için planın parametrelerini oluşturmakta kullanılabilir. Sonuç olarak; geleneksel planlarla önerilen alternatif planlar karşılaştırılmış ve geleneksel örnekleme planlarında önemli kusurlar olduğu belirtilmiş, önerilen ardışık örnekleme planının hem sınıflandırma hatalarını hem de muayene sayısını azalttığı belirtilmiştir.

Bebbington ve ark. (2003), muayene kısıtlarına sahip üretim prosesleri için sürekli örnekleme planlarını incelemişlerdir. Çalışmada; parti muayenesinin mümkün olmadığı durumlar için prosesdeki korelasyonların örnekleme planı üzerindeki etkileri, Markov zinciri yaklaşımı kullanılarak, iki veya üç adımdan oluşan sürekli örnekleme planları için incelenmiştir.

Huang ve Lin (2004), eksponansiyel dağılıma dayanan tekli örnekleme planını incelemişlerdir. Çalışmada, alternatiflere dayanan örnekleme planları için Bayes örnekleme planı oluşturulmuştur. Bu örnekleme planı, birim zaman

Çok Aşamalı Proseslerde Örnek Hacminin Belirlenmesi Üzerine Bir Model ve Genetik Algoritmalar Yardımıyla Çözüm Önerisi

maliyetini esas alan bir kuadratik kayıp fonksiyonundan oluşmaktadır. Optimal örnekleme planını belirlemek için bir algoritma kullanılarak optimal Bayes çözümleri belirlenmiştir. Özel kayıp fonksiyonuna göre önerilen plan ile bilinen bir plan karşılaştırılmış ve Bayes yaklaşımının iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Fu ve ark. (2004); Tayvan ulusal sağlık sigortası tarafından yapılan ödemelerin denetimi için tekli örnekleme planı geliştirmişlerdir. Çalışmada, sağlık ödemeleri yapmak için MIL-STD-105E tekli örnekleme planını temel alan sağlık ödemesi denetim prosedürü (Medical-claim Payment Auditing- MCPA) geliştirilmiştir.

Pearn ve Wu (2005) çok düşük seviyede kusurlu oranına sahip akışlar için, bu ürünlerin kabul değerlerini belirleyen ve proses yeterlik indeksi (C_{pk}) üzerine inşa edilmiş etkili bir örnekleme planı yaklaşımı sunmuşlardır. Sunulan yeni örnekleme planı yaklaşımı, sabit olasılık değerlerinin aksine istatistiksel dağılımlara dayandırılmıştır. Pearn ve Wu (2005), bu yaklaşımın, gerekli muayene sayısının belirlenebilmesi ve kritik kabul değerlerinin belirlenebilmesi için uygulamada etkili olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Kobilinsky ve Bertheau (2005) özellikler için örnekleme planları yardımı ile hububat tohumlarının saflık kontrollerini incelemişlerdir. Özellikle ürünlerin genetik olarak modifiye edilmiş organizmalar (Genetically Modified Organism-GMO) içerip içermediklerini test etmek için örnekleme planı yaklaşımını kullanmışlardır. Bu çalışmada, kontrol sayısına ve toplam tohum sayısına bağlı olarak değişkenlik gösteren bir kontrol maliyeti fonksiyonu geliştirilmiş ve böylece öngörülen üretici ve tüketici risklerinin daha düşük bir seviyede çıkması sağlanmış ve örnekleme planlarının maliyetinde düşmeler sağlanmıştır.

4. Çok Aşamalı Prosesler

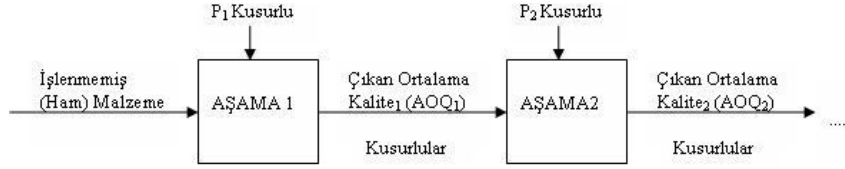
Proses, girdileri çıktılara dönüştüren, diğer bir deyişle hammaddeyi ürüne dönüştüren faaliyetler olarak tanımlanır. Prosesler tek aşamalı ve çok aşamalı prosesler olmak üzere iki çeşittir. Çok aşamalı proses; ardıl ve birbirine bağlı, birden fazla faaliyeti içeren süreçlerdir. Çok aşamalı proses Şekil 7 de sunulmuştur.



Şekil 7. Çok Aşamalı Proses

5. Çok Aşamalı Proseslerde Örnekleme Planı Kullanımı ve Genetik Algoritma Yaklaşımı

Langner (2001), çok aşamalı süreçlerde örnek hacmi ve kabul edilebilir kusur sayısı değerlerinin belirlenebilmesi için çok amaçlı bir model geliştirmiştir. Şekil 8'de Langner'in modeli için kullandığı çok aşamalı kalite kontrol prosesi verilmiştir. Çok aşamalı kalite kontrol problemlerinde iki tür hata ile karşılaşılabilir: İyi kalitedeki bir partinin ret edilmesi (Hata-1), kötü kalitedeki bir partinin kabul edilmesi (Hata-2).



Şekil 8. Çok Aşamalı Kalite Kontrol İşlemi

Langner, bu hata değerlerini göz önünde tutarak, en iyi kabul olasılığı ve AOQ değerini belirleyen, bu kısıtları sağlarken maliyet kısıtını da göz önünde tutarak, her aşama için en iyi (n,c) çiftini belirleyen çok amaçlı bir model geliştirmiştir. Model ile ilgili olan notasyonlar aşağıda belirtilmiştir:

N_i : i . aşamadaki yığın hacmi, α_i : i . aşamadaki Hata-1 oranı,
 n_i : i . aşamadaki parti (örnek) hacmi, β_i : i . aşamadaki Hata-2 oranı,
 c_i : i . aşamadaki müsaade edilebilir kusur sayısı, p_i^o : i . aşamadaki doğal hata oranı,
 a_i : i . aşamadaki üretim maliyeti, p_i : i . aşamadaki hata oranı,
 x_i : i . aşamadaki onarma(düzeltilme) maliyeti, R_i : i . aşamadaki örneğin ret edilme olasılığı,
 b_i : i . aşamadaki kontrol maliyeti, P_{ai} : i . aşamadaki örneğin kabul edilme olasılığı

Langner bu problemi şu şekilde formüle etmiştir:

Her aşama için partinin ret edileme olasılığı (5.1) numaralı ifadedeki gibi olur:

$$R_i = p_i * (1 - \beta_i) + (1 - p_i) * \alpha_i \quad (5.1)$$

Her aşama için kusurlu oranı (5.2) numaralı ifadedeki gibi olur:

$$p_i = p_i^o + AOQ_{i-1} \quad (5.2)$$

İlk aşama için kabul olasılığı (5.3) numaralı ifadedeki gibi olur:

$$P_{a1} = \sum_{d=0}^{c_1} \frac{n_1!}{d! * (n_1 - d)!} * R_1^d * (1 - R_1)^{n_1 - d} \quad (5.3)$$

İlk aşama için çıkan ortalama kalite (5.4) numaralı ifadedeki gibi olur:

$$AOQ_1 = \frac{\left[n_1 * (p_1^o) * \beta_1 + (p_1^o) * (N_1 - n_1) * P_{a1} \right] + (p_1^o) * (N_1 - n_1) * (1 - P_{a1}) * \beta_1}{N_1 * (1 - R_1)} \quad (5.4)$$

Diğer aşamalar için kabul olasılığı (5.5) numaralı ifadedeki gibi olur:

$$P_{ai} = \sum_{d=0}^{c_i} \frac{n_i!}{d! * (n_i - d)!} * R_i^d * (1 - R_i)^{n_i - d} \quad (5.5)$$

Diğer aşamalar için çıkan ortalama kalite (5.6) numaralı ifadedeki gibi olur:

Çok Aşamalı Proseslerde Örnek Hacminin Belirlenmesi Üzerine Bir Model ve Genetik Algoritmalar
Yardımla Çözüm Önerisi

$$AOQ_i = \frac{\left[n_i * (p_i^o + AOQ_{i-1}) * \beta_i + (p_i^o + AOQ_{i-1}) * (N_i - n_i) * P_{ai} \right] + (p_i^o + AOQ_{i-1}) * (N_i - n_i) * (1 - P_{ai}) * \beta_i}{N_i * (1 - R_i)} \quad (5.6)$$

Amaç denklemi:

$$\min C = \sum_{i=1}^m \frac{(a_i + b_i + x_i)}{\left[(1 - p_i) * (1 - \beta_i) \right] - \left[(1 - p_i) * \alpha_i \right]} * \left[n_i + (1 - P_{ai}) * (N_i - n_i) \right]$$

Kısıtlar:

$$AOQ_i \geq AOQ_i^*$$

$$P_{ai} \geq P_{ai}^*$$

$$n_i \geq c_i$$

$$n_i, c_i \dots \text{tamsayı}$$

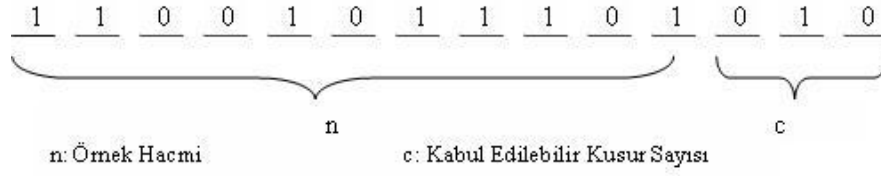
(5.7)

Langner (2001;2002), ortalama muayene sayısı içinde bir formülasyon geliştirmiş ve partilerin kabul/ret edilme düzeylerine, hata-1 ve hata-2 nin alabileceği değerlere göre sistemin beklenen maliyetini de belirlemiştir. Langner (2001;2002), çok aşamalı kısmi kalite kontrol problemini bu formülasyonlar çerçevesinde ele almış ve bu formülasyonların çözümü için de gerçek değerli sayılarla kodlanmış GA'ları kullanmıştır. Bu çalışmada GA'lar, çok boyutlu bir karar vektörü ve amaç vektörünü optimum kılacak bir arama metodu olarak kullanılmaktadır. Her aşama için (n, c) değerleri ve bunlara bağlı olarak oluşan maliyet ve çıkan ortalama kalite değeri (AOQ) belirlenmiştir.

Bu çalışmada, çok aşamalı proseslerde kontrol işlemi için Langner tarafından geliştirilen modelin çözümünde "0-1" kodlama sistemi ile oluşturulmuş GA operatörlerinin etkinliği incelenmiştir. İlk aşamada en uygun çaprazlama ve mutasyon operatörleri, daha sonra ise bunlar için en iyi sonuçları veren oranlar belirlenmiştir. Langner (2001) çalışmasından hareketle oluşturulmuş teorik bir problem çözülmüş ve elde edilen sonuçlar ANSI/ASQC Z1.4 ile karşılaştırılmıştır.

5.1. GA Parametrelerinin Belirlenmesi

Langner (2001) tarafından geliştirilen modelin çözümü için geliştirilen GA yaklaşımında kromozom şekil 9'da belirtildiği gibi iki parça olarak tasarlanmıştır.



Şekil 9. Langner Modeli İçin Geliştirilen Kromozomun Temel Yapısı

Langner (2001) tarafından geliştirilen modelin çözümünde öncelikle en etkin genetik algoritma operatörlerinin belirlenebilmesi için parametre optimizasyonu yapılmıştır. İlk aşamada en iyi çaprazlama ve mutasyon operatörlerinden oluşan kombinasyon belirlenmeye çalışılmıştır. Tüm aşamalar boyunca Tablo 1’de, Langner ve ark. (2002) tarafından belirtilen değerler alınmış ve bu değerler sabit tutulmuştur. Tablo 2’de ise genetik algoritma yaklaşımı için sabit tutulan değerler belirtilmiştir.

Tablo 1. Langner Modeli İçin Başlangıç Parametreleri

p_i^o	N_i	b_i	a_i	x_i	AOQ*	Üretici Riski	Tüketici Riski	P_{ai}
0.01	10000	0.25	1	1.3	0.009	0.01	0.01	0.85

Tablo 2. Langner Modeli İçin Başlangıç GA Değerleri

Nesil Sayısı	B.Popülasyonu Sayısı	Çalıştırma Sayısı	Çaprazlama Oranı	Mutasyon Oranı
150	30	25	0.8	0.2

Modelin çözümü için kullanılacak program, Visual Basic 6.0 yardımı ile kodlanmıştır. En iyi mutasyon ve çaprazlama operatörünün belirlenebilmesi için bilgisayar programı 3750 defa çalıştırılmış ve her operatör kombinasyonu için 25 defa çözüm yinelenmiştir. Bu aşamada mutasyon oranı 0.2, çaprazlama oranı 0.8 olarak alınmış ve tüm aşama boyunca sabit tutulmuştur. Her defasında sadece operatörler değiştirilmiştir. 3750 çalıştırma sonucu programın ulaştığı minimum değerler kaydedilmiş ve daha sonra her kombinasyon için 25 çözüm yapıldığından, 25 minimum değere ulaşılmıştır. Kıyaslama yapılarak bu 25 minimum değer arasından minimum alınmış ve bu değerler karşılaştırılmıştır. Toplam olarak 625 adet problem çözülmüştür. Ayrıca bu 25 çözüm göz önünde tutularak ortalama minimum maliyet değeri de hesaplanmış ve operatör kombinasyonlarının bazen aynı minimum değeri belirlemesi sonucu kıyaslama yapılırken ortalama maliyet değeri esas alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 3’de belirtilmiştir. Sonuç olarak “Doğrusal Sıralı Çaprazlama -Komşu İki Geni Değiştirme” kombinasyonunun en iyi sonuçları verdiği belirlenmiştir. Langner tarafından geliştirilen bu modelin GA yardımı ile çözümünde “Doğrusal Sıralı Çaprazlama”nın en iyi çaprazlama operatörü, “Komşu İki Geni Değiştirme” yönteminin de en iyi mutasyon yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Çok Aşamalı Proseslerde Örnek Hacminin Belirlenmesi Üzerine Bir Model ve Genetik Algoritmalar Yardımıyla Çözüm Önerisi

Tablo 3. Mutasyon Ve Çaprazlama Operatörleri İçin Sonuçlar

Çaprazlama Operatörü	Mutasyon Operatörü	Minimum Maliyet	Ortalama Maliyet	AOQ	Pa
Tek Nokta Çaprazlama	Ters Mutasyon	2183,1122448988	2507,01428571	0,008987836	0,999999999
	Komşu İki Geni Değiştirme	2172,7040816335	2481,93061251	0,008991717	0,999999999
	Keyfi İki Geni Değiştirme	2258,6494724826	2548,80557246	0,008959665	0,999996715
	Keyfi Üç Geni Değiştirme	2216,9387755110	2497,02244897	0,008975220	0,999999999
	Araya Yerleştirme	2159,6939013421	2505,24489891	0,008996570	0,999999999
Pozisyona Dayalı Çaprazlama	Ters Mutasyon	2172,7040816335	2526,58163265	0,008991718	0,999999999
	Komşu İki Geni Değiştirme	2209,1326530621	2476,15347111	0,008978132	0,999999999
	Keyfi İki Geni Değiştirme	2391,2755102042	2459,55306122	0,008999288	0,999999999
	Keyfi Üç Geni Değiştirme	2248,1632653070	2517,21428571	0,008963576	0,999999999
	Araya Yerleştirme	2201,3265306132	2462,15510204	0,008980072	0,999999998
Sraya Dayalı Çaprazlama	Ters Mutasyon	2302,8061224498	2428,43265306	0,008943197	0,999999999
	Komşu İki Geni Değiştirme	2175,3061224498	2399,39607493	0,008990747	0,999999999
	Keyfi İki Geni Değiştirme	2183,1122448988	2460,59730850	0,008987836	0,999999999
	Keyfi Üç Geni Değiştirme	2391,2755102042	2432,10400436	0,008999288	0,999999999
	Araya Yerleştirme	2253,3673469396	2428,53673469	0,008961635	0,999999999
Kısmi Planlı Çaprazlama	Ters Mutasyon	2162,2959183682	2525,88637164	0,008995599	0,999999999
	Komşu İki Geni Değiştirme	2162,2959183682	2485,67755102	0,008995599	0,999999999
	Keyfi İki Geni Değiştirme	2261,1734693886	2503,05918367	0,008988507	0,999999999
	Keyfi Üç Geni Değiştirme	2263,7755102049	2551,04081632	0,008957753	0,999999999
	Araya Yerleştirme	2177,9081632661	2486,30204081	0,008989776	0,999999999
Doğrusal Sıralı Çaprazlama	Ters Mutasyon	2336,6326530621	2425,51836734	0,008930583	0,999999999
	Komşu İki Geni Değiştirme	2154,4897959192	2425,49027282	0,008998511	0,999999999
	Keyfi İki Geni Değiştirme	2154,4897959192	2425,83061225	0,008998511	0,999999999
	Keyfi Üç Geni Değiştirme	2318,4183673478	2475,94530784	0,008937376	0,999999999
	Araya Yerleştirme	2162,2959183682	2449,97755102	0,008995599	0,999999999

En iyi GA operatörleri belirlendikten sonra, en iyi çaprazlama oranı belirlenmiştir. Bu aşamada çaprazlama ve mutasyon operatörleri için bir önceki aşamada bulunan en iyi kombinasyon olan “Doğrusal Sıralı Çaprazlama-Komşu İki Geni Değiştirme” kombinasyonu kullanılmıştır ve tüm aşama boyunca sabit tutulmuştur, ayrıca mutasyon oranı olarak 0.20 değeri alınmış ve sabit tutulmuştur. Çaprazlama oranı (0 -1) aralığında değiştirilmiş, her problem 3750 defa çalıştırılmış ve 25 defa çözülerek toplam 250 deney yapılmıştır. Her aşama sonunda bulunan minimum değerler kaydedilmiş, her oran için bulunan en iyi 25 çözümün ortalaması ile de ortalama minimum maliyet değeri belirlenmiştir. Bazı oranlar için minimum değerler aynı olarak belirlenmiş, dolayısıyla ortalama minimum maliyete göre karar verilmiştir. Tablo 4’de çaprazlama oranlarına ilişkin sonuçlar verilmiştir. En iyi çaprazlama oranı değerinin 0.80 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. Çaprazlama Oranı Sonuçları

Çaprazlama Oranı	Min. Maliyet	Ortalama Min. Maliyet
0.0	2290,4727258464	2466,1372763809
0.1	2302,8061224498	2467,7755102043
0.2	2261,1734693886	2462,3632653064
0.3	2246,4149186171	2492,4639144165
0.4	2341,8367346948	2492,0265306124
0.5	2183,1122448988	2486,4426320345
0.6	2255,9693877560	2464,0285714288
0.7	2198,7244897968	2461,2183673471
0.8	2172,7040816335	2412,6122448982
0.9	2206,5306122457	2427,4497422154
1.0	2175,3061224498	2467,7755102043

En iyi mutasyon oranının belirlenmesi için bu aşamada çaprazlama ve mutasyon operatörleri için bir önceki aşamada bulunan en iyi kombinasyon olan “Doğrusal Sıralı Çaprazlama- Komşu İki Geni Değiştirme” kombinasyonu kullanılmıştır ve tüm aşama boyunca sabit tutulmuştur, ayrıca çaprazlama oranı olarak bir önceki şamada bulunan en iyi değer olan 0.8 değeri alınmış ve sabit tutulmuştur. Mutasyon oranı (0 -1) aralığında değiştirilmiş, her problem 3750 defa çalıştırılmış ve tüm problemler 25 defa çözülmüştür. Toplam olarak 250 deney yapılmıştır. Her aşama sonunda bulunan minimum değerler kaydedilmiş, her oran için bulunan en iyi 25 çözümün ortalaması ile de ortalama minimum maliyet değeri belirlenmiştir. Bazı oranlar için minimum değerler aynı olarak belirlenmiş, dolayısıyla ortalama minimum maliyete göre karar verilmiştir. Tablo 5’de mutasyon oranlarına ilişkin sonuçlar verilmiştir. En iyi mutasyon oranı değerinin 0.30 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 5. Mutasyon Oranı Sonuçları

Mutasyon Oranı	Min. Maliyet	Ortalama Min. Maliyet
0.0	2211,7346938784	2444,3513552250
0.1	2276,7857142866	2427,9122448982
0.2	2153,1617845888	2448,7795326115
0.3	2151,9127269013	2410,4275294844
0.4	2292,3979591845	2455,4938775512
0.5	2334,0306122458	2467,6714285716
0.6	2185,7142857151	2430,3757492373
0.7	2204,0355618709	2466,6067973429
0.8	2323,6224489805	2410,1725350691
0.9	2175,3061224498	2438,8127218069
1.0	2295,000000708	2444,2552788733

Çok Aşamalı Proseslerde Örnek Hacminin Belirlenmesi Üzerine Bir Model ve Genetik Algoritmalar Yardımıyla Çözüm Önerisi

GA, optimizasyon problemlerinin çözümünde çok etkin bir şekilde kullanılabilirler. GA çözüm performansı ile çaprazlama ve mutasyon operatörleri arasında sıkı bir ilişki vardır. Uygun üreme operatörü ve oranı, GA performansı için çok önemlidir. Langner (2001) tarafından geliştirilen modelin GA yardımı ile çözümünde “Doğrusal Sıralı Çaprazlama- Komşu İki Geni Değiştirme” kombinasyonu en iyi sonucu verebilecek operatörler, en iyi çaprazlama oranınının 0.80 ve en iyi mutasyon oranınının 0.30 olduğu belirlenmiştir.

5.2 Çok Aşamalı Proseslerde Örnek Hacmi ve Kabul Edilebilir Kusur Sayısı Belirleme Problemi İçin Bir Örnek

Bu aşamada, çok aşamalı bir proses oluşturulmuş ve geliştirilen model yardımı ile analiz edilmiştir. Modelin başlangıç değerleri Tablo 6’da belirtilmiştir. Altı aşamadan oluşan bu proses, Tablo 7’de verilen değerler göz önünde tutularak çok amaçlı model ile analiz edilmiş ve GA yardımı ile her aşamadaki n,c değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Her aşama için kabul olasılığının minimum 0.80 olması istenmiştir.

Tablo 6. Çok Aşamalı Problem İçin Başlangıç Değerleri

Yığın Hacmi	Başlangıç Popülasyonu	Çaprazlama Oranı	Mutasyon Oranı	Nesil Sayısı	AOQ*	Pa*	Çalıştırma Sayısı
5000	30	0.80	0.30	150	0.009	0.80	25

Mutasyon oranı ve çaprazlama oranı için parametre optimizasyonu sonucu belirlenen 0.80 ve 0.30 değerleri alınmış, üreme işlemleri için ise yine parametre optimizasyonu ile belirlenmiş en iyi kombinasyon olan “doğrusal sıralı çaprazlama-komşu iki geni değiştirme” kombinasyonu kullanılmıştır.

Tablo 7. Problem Aşamalarına İlişkin Parametreler

Parametreler	Aşama 1	Aşama 2	Aşama 3	Aşama 4	Aşama 5	Aşama 6
Parti Hacmi (N)	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Kusurlu Oranı (p)	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01
Tüketici Riski	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Üretici Riski	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
Üretim Maliyeti	1	2	3	4	5	6
Muayene Maliyeti	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Değiştirme Maliyeti	1,3	3,5	7,0	13,0	17,0	21,0

Her aşama için Tablo 7’de belirtilen değerler göz önünde tutularak yapılan çözümler sonucunda Tablo 8’de belirtilen değerler elde edilmiştir. İlk aşama için kısıtları sağlayan ve en düşük maliyeti oluşturan n,c çiftinin $(428,57)$ olduğu ve bu aşamanın maliyetinin 1163,67\$ olduğu gözlenmiştir. GA, uygun çözümleri ararken AOQ ve P_a kısıtlarını göz önünde tutabilmekte ve aşamalar arasında değişen kusurlu oranına karşılık arama uzayını da değiştirebilmektedirler. Diğer aşamalarda ise n,c değerleri sırası ile $(3457,175)$, $(2564,172)$, $(3120,137)$ ve $(2565,189)$ olarak belirlenmiştir. Genel olarak, model esnek olmasına rağmen, n,c değerlerinin yığın hacmine oranla çok büyük değerler aldığı gözlenmiştir.

Tablo 8. Langner Modeline Göre Problem Sonuçları

	1	2	3	4	5	6
n	428	3457	2564	3120	2564	2565
c	57	175	172	162	137	189
AOQ	0,00897	0,00899	0,00899	0,00899	0,00898	0,00895
Toplam Maliyet	1113,67	20344	28069	61404,84	59742,67	73247,93

GA kullanılarak elde edilen sonuçlar ANSI/ASQC Z1.4 standardı ile karşılaştırılmıştır. Tablo 9'da standarttan elde edilen değerler verilmiştir. Standartta göre elde edilen n,c değerleri GA ile belirlenen değerlere göre daha uygundur fakat standart çok genel yığın hacmi ve AOQ değerlerine göre düzenlenmiştir. Örneğin standartta AQL değeri 0.010'dan daha küçük olmamakta ve aynı zamanda örnek problemimiz için yığın hacmi aralığı 3201–10000 aralığı olarak alınmaktadır. Oysa model bu noktalarda daha esnek davranabilmektedir.

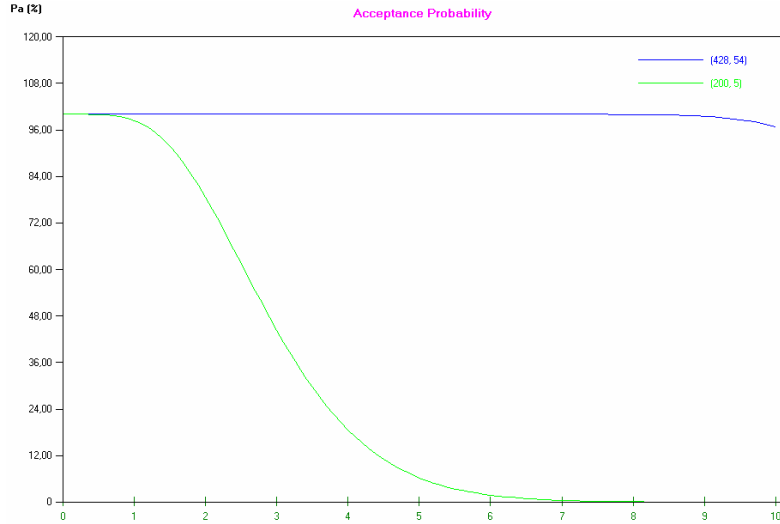
Tablo 9. ANSI/ASQC Z1.4 Standardına Göre Problem Sonuçları

	Aşama 1	Aşama 2	Aşama 3	Aşama 4	Aşama 5	Aşama 6
n	200	200	200	200	200	200
c	5	5	5	5	5	5
AQL	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
N	3201-10000	3201-10000	3201-10000	3201-10000	3201-10000	3201-10000
M.Tipi	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
M.Seviyesi	II	II	II	II	II	II

Tablo 9 incelendiğinde, her aşama için en uygun (n,c) değerinin $(200,5)$ olduğu ve (AQL/N) değerleri değişmediği için bunun tüm aşamalarda sabit olduğu görülmüştür ve bu değerlerin GA ile ulaşılan değerlerden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Daha sağlıklı bir yorum yapabilmek için modelden elde edilen değerler ve ANSI/ASQC Z1.4 standardından elde edilen değerler WinQSB paket programı yardımı ile kıyaslanmıştır.

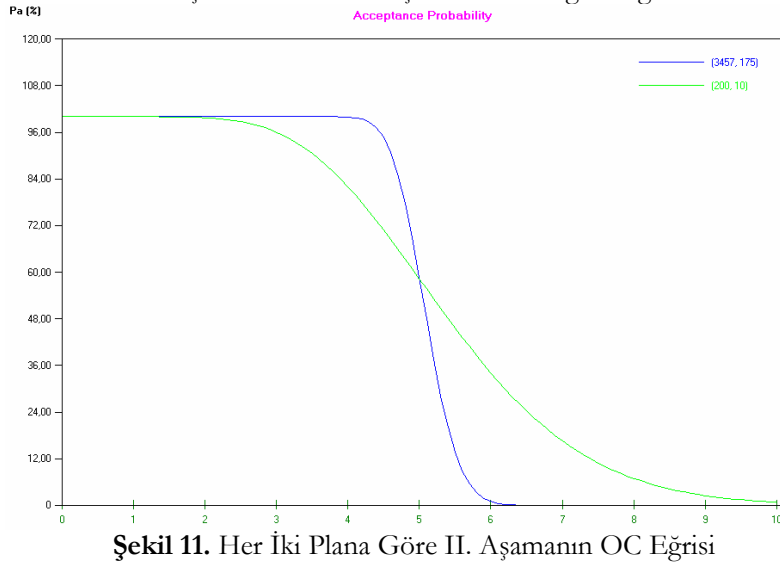
Şekil 10'de her iki yaklaşımın ilk aşamadaki değerleri için kabul olasılığı (Pa) grafiği sunulmuştur.

Çok Aşamalı Proseslerde Örnek Hacminin Belirlenmesi Üzerine Bir Model ve Genetik Algoritmalar Yardımıyla Çözüm Önerisi



Şekil 10. Her İki Plana Göre I. Aşamanın Pa Eğrisi

Şekil 10'da ANSI/ASQC Z1.4 standardına göre hazırlanmış plana ait eğriye baktığımızda kusurlu oranı arttıkça kabul olasılığının azaldığı görülmektedir. Ancak Langner planında partinin kusurlu oranının artmasıyla birlikte kabul olasılığında ANSI/ASQC Z1.4'ye göre daha az düşmeler olmaktadır. Dolayısıyla kusurlu oranının artmasından Langner modeli daha az etkilenmektedir. Fakat standarttan elde edilen değerlerin daha iyi olduğu açıkça fark edilebilmektedir. Şekil 11'te ise II. Aşamanın OC eğrileri gösterilmektedir.



Şekil 11. Her İki Plana Göre II. Aşamanın OC Eğrisi

Şekil 11 incelendiği zaman, kusurlu oranı (0–0.02) arasında iken her iki planın da kabul olasılığı eşit olduğu, kusurlu oranı (0.02–0.05) arasında Langner

modelinin kabul olasılığı daha yüksek olduğu -ki bunun temel sebebi çok büyük c değerleridir-, kusurlu oranı 0.05'in üzerine çıktığında ANSI/ASQC Z1.4 modelinin kabul olasılığı daha büyük olduğu görülmektedir.

6. Sonuç

Bu çalışmada, çok aşamalı proseslerde örnek hacminin ve kabul edilebilir kusur sayısı değerinin belirlenmesi için Langner tarafından geliştirilen modelin çözümünde, GA operatörlerinin etkinliği incelenmiş ve en uygun çaprazlama ve mutasyon kombinasyonunun “Doğrusal Sıralı Çaprazlama-Komşu İki Geni Değiştirme” kombinasyonu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu modelin çözümünde kullanılacak mutasyon ve çaprazlama oranının sırasıyla 0.3 ve 0.8 olması gerektiği belirlenmiştir. GA yardımı ile elde edilen sonuçların, normal standardın önerdiği sonuçlara göre çok daha kötü olduğu ve bunun da büyük ölçüde kodlama sisteminden kaynaklandığı belirlenmiştir. Çünkü Langner tarafından geliştirilen çözümlerde gerçek sayılı kodlama kullanılmış ve daha etkili sonuçlar elde edilmiştir dolayısıyla binary kodlama sistemi değil de, gerçek sayılı kodlamamın daha etkin olabileceği düşünülmektedir. Çok aşamalı süreçlerde ulaşılmak istenen kabul olasılık değerleri ve çıkan ortalama kalite seviyeleri birer hedef olarak tanımlanabilir ve bu şartları sağlayabilecek en iyi örnek hacmi (n) ve kabul edilebilir kusur sayısı (c) değeri GA yardımı ile belirlenebilir. GA, tüm aşamalar için en uygun n, c değerini ararken maliyet, Pa ve AOQ değerlerini göz önünde tutabilir ve bu kısıtları eş zamanlı olarak sağlayan uygun çözümleri belirleyebilir. Oysa klasik anlamda kullanılan standartlarda bu esneklik söz konusu değildir. Dolayısıyla, çok aşamalı süreçlerde istenilen kalite ve maliyet seviyesini elde etmek için en uygun n, c çiftinin belirlenmesinde GA kullanılabilir. Fakat GA'nın performansı kodlama sistemine bağlı olarak büyük farklılık göstermektedir. Bu çalışmada, örnek hacmi ve kabul edilebilir kusur sayısının belirlenmesi probleminde binary kodlamanın iyi sonuçlar vermediği gözlenmiştir. Bu sebeple bu tür çalışmalarda “gerçek değerli kodlamanın” daha iyi sonuçlar vereceği belirlenmiştir. Ayrıca, örnekleme planlarının, taşımış oldukları; iyi kalitedeki bir partiyi ret etme ve kötü kalitedeki bir partiyi kabul etme risklerinden dolayı çok aşamalı süreçlerde kullanılmaması gerektiği şeklindeki yaklaşımın, doğru ilişkiler ile oluşturulmuş formülasyonlar yardımı ile bu süreçlerde başarı ile kullanılabileceği ve daha esnek değerler için çözüm sağlayabileceği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- BAI, D.S., HONG, S.H. 1990. “Economic Design of Sampling Plans with Multi-Decision Alternatives”, *Naval Research Logistics*, 37, 905-918
- BEBBINGTON, M., LAI, C.D., GOVINDARAJU, K., 2003. “Continuous sampling plans for Markov- dependent production processes under limited inspection capacity”. *Mathematical and Computer Modelling*, 38, 1137-1145
- CHAKRABORTY, T.K. 1994. “A class of single sampling inspection plans based on possibilistic programming problem”. *Fuzzy Sets and Systems*, 63, 35-43

Çok Aşamalı Proseslerde Örnek Hacminin Belirlenmesi Üzerine Bir Model ve Genetik Algoritmalar
Yardımla Çözüm Önerisi

- CHENG, R., GEN, M., TSUJIMURAY, Y. 1999. "A Tutorial Survey of Job Shop Scheduling Problems Using Genetic Algorithms, Part II: Hybrid Genetic Search Strategies". *Computers and Industrial Engineering* 36, 343-364
- ENGİN, O., 2001. *Akış Tipi Çizelgeleme Problemlerinin Genetik Algoritma ile Çözüm Performansının Artırılmasında Parametre Optimizasyonu*, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul
- EVANS, G.W., ALEXANDER, S.M. 1987. "Multiobjective Decision Analysis for Acceptance Sampling Plans". *IEE Transactions*, Vol. 19, No:3, 308-316
- FERRELL J., W.G., CHHOKER, A., 2002. "Design of economically optimal acceptance plans with inspection error". *Computers & Operations Research*, 29, 1283-1300
- FIGLALI, A. , ENGİN, O. 2002. "Genetik Algoritmalarla Akış Tipi Çizelgelemede Üreme Yöntemi Optimizasyonu". *İTÜ Dergisi*, s. 1-6.
- FINK, R.L., MARGAVIO, T.M. 1994. "Economic Models for Single Sample Acceptance Sampling Plans, No Inspection, and 100 Percent Inspection". *Decision Sciences*, vol 25, no 4
- FU, H.H., TSAI, H.T., LIN, C.W., WEI, D. 2004. "Application of a single sampling plan for auditing medical-claim payments made by Taiwan national health insurance". *Health Policy*, Article in Press
- GEN, M., CHENG, R. 1999. *Genetic Algorithms & Engineering Optimization*, John Wiley & Sons Inc.
- GOLDBERG, D.E., 1989. *Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning*, Addison Wesley Publishing Company, USA
- GÖZLÜ, S. 1990. *Endüstriyel Kalite Kontrolü*. Teknik Üniversite Matbaası, İstanbul
- HASSAN, M. Z. 1985. Analysis of Manufacturing and Quality Systems Using Simulation, *Engineering Costs and Production Economics*, 9, 33-40
- HUANG, W.T., LIN, Y.P., 2004. "Bayesian sampling plans for exponential distribution based on uniform random censored data". *Computational Statistics & Data Analysis*, 44, 669-691
- JANG, J.S.R., 1997. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*, Chapter 7: Derivative-Free Optimization, Prentice-Hall, s. 173-196, USA
- JARAIEDI, M., SEGALL, R.S. 1990. "Mathematical modelling of Dodge-Romig sampling plans for random incoming quality". *Appl. Math. Modelling*, Vol.14, May
- KAYA, İ., ENGİN, O., 2004. "Proses Kontrol Diyagramları Kullanımında Örnek Hacmi Belirleme Probleminin Genetik Algoritma İle Çözümünde Uygun Çaprazlama Yöntemi Ve Oranın Belirlenmesi", *IV. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu 8-10 Ekim Konya*, 4, 1, 347 - 353, 2004
- KLEIJNEN, J.P.C., KRIENS, J., LAFLEUR, M.C.H.M., PARDOEL, J.H.F. 1992. "Sampling for quality inspection and correction: AOQL performance criteria". *European Journal of Operational Research*, 62, 372-379

- KOBILINSKY, A., BERTHEAU, Y. 2005. "Minimum Cost Acceptance Sampling Plans for Grain Control, with Application to GMO Detection". *Journal of Statistical Planning and Inference*, 132, 149-162
- KOUIKOGLU, V.S., 1994. "Single Sampling Plans for Attributes Satisfying an Arbitrary Set of Constraints- A Graphical Approach". *Microelectronics and Reliability*, vol. 34, No:6, 1071-1077
- KURT, M., SEMETAY, C., 2001. Genetik Algoritma ve Uygulama Alanları, *Mühendis ve Makine*, sayı 501
- LANGNER, A. H. 2001. *Genetic Algorithms in Quality Control Problems*, Ph.D. Thesis, Arizona State University, December 2001
- LANGNER, H.A., MONTGOMERY, D.C., CARLYLE, W.M. 2002. "Solving a Multistage Partial Inspection Problem Using Genetic Algorithms". *International Journal of Production Research*, Vol. 40, No. 8, 1923-1940
- LAWRENCE, D., 1990. *Handbook of Genetic Algorithms*, Addison Wesley
- LEE, J., UNNIKRISHNAN, S., 1998. "Planning Quality Inspection Operations in Multi-stage Manufacturing Systems with Inspection Errors", *International Journal of Production Research*, 36, 141-155
- MARKOWSKI, E.P., MARKOWSKI, C.A., 2002. "Improved attribute acceptance sampling plans in the presence of misclassification error". *European Journal of Operational Research*, 139, 501-510
- MURATA, T., ISHIBUCHI, H., TANAKA, H., 1996a. "Genetic Algorithms for Flow Shop Scheduling Problems". *Computers and Industrial Engineering* vol.30, No.4, pp 1061-1071
- MURATA, T., ISHIBUCHI, H., TANAKA, H., 1996b. "Multi-Objective Genetic Algorithms and Its Applications to Flow Shop Scheduling". *Computers and Industrial Engineering*, vol 30, No 4, pp 957-968
- PARKINSON, D.B. 1988. "Optimum Sampling Plans Based On Post-Quality Control Reliability", *Reliability Engineering and System Safety*. 21, 59-75
- PEARN, W. L., WU, C.W. 2005. "An Effective Decision Making Method for Product Acceptance". *Omega*, Article in Press
- RONEN, B., SPECTOR, Y. 1995. Evaluating Sampling Strategy Under Two Criteria, *European Journal of Operational Research*, 80, 59-67
- SOHN, S.Y., JANG, J.S., 2001. Acceptance sampling based on reliability degradation data, *Reliability Engineering and System Safety*, 73, 67-72
- TAGARAS, G., LEE, H.L., 1987. "Optimal Bayesian Single Sampling Attributes Plans with Modified Beta Prior Distribution", *Naval Research Logistics*, 34, 789-801
- TAGARAS, G., 1994. Economic Acceptance Sampling By Variables With Quadratic Quality Costs, *IIE Transactions*, vol 26, no 6
- WALL, M.S., ELSHENNAWY, A.K. 1989. "Economically Based Acceptance Sampling Plans", *Computers Industrial Engineering*, 17,340-346