

## KONTRAT DEĞERLENDİRME MODELİ: BELLİ VE DEĞİŞKEN TALEP ORTAMINDA FASON ÜRETİM

Melih Özlen, Nesim Erkip, Refik Güllü

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06531, Ankara

**Özet:** Bu çalışma iki ya da daha fazla grubun bulunduğu, yani bir üretici ve ona değişik kontrat opsiyonları sunan bir ya da daha fazla taşeron üretici kuruluşun bulunduğu bir ortamda kontrat değerlendirme ve seçme üzerine yoğunlaşmıştır. Planlama süresinin en başında bilinen, ancak değişken olabilen talep bilgisiyle karşılaşan üretici, üretim, envanter taşıma ve sonradan karşılama miktarlarına karar vermek zorundadır. Bu kararların dışında üretici taşeron firmaların sunduğu değişik kontrat opsiyonları arasından bir seçim yapma fırsatına sahiptir. Bu kontrat opsiyonları, uzunluk, ısmarlama ilişkili değişken ve sabit maliyet değerleri, ısmarlama teslimata kadar geçen temin süreleri ve kapasite kullanım garantileri gibi özellikler cinsinden farklılık gösterebilmektedir. Elde bulunan kontrat opsiyonlarının değerlendirilmesi ve üreticinin maliyetlerinin düşürülmesini sağlayan kontrat seçimlerini bulmak amacıyla bir matematiksel model oluşturulmuştur. Bu model istenilen üretim, envanter taşıma ve sonradan karşılama miktarlarını ve planlama süresince hangi kontrat opsiyonlarının nasıl kullanılacağına ilişkin bilgileri sağlamaktadır. Optimum çözümü etkileyen faktörleri bulmaya yönelik geniş bir deney çalışması yapılmıştır. Bu deneyin sonuçlarından faydalanılarak değişik fason üretim kontrat yapılarına ilişkin şablonlar oluşturulabileceği gösterilmiştir. Bu yapı üreticiye değişik kontrat şartlarıyla karşılaştığında nasıl hareket etmesi gerektiğine karar vermesinde yardımcı olabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Kontrat, Fason Üretim, Parti Büyüklüğü Belirleme

### A MODEL FOR CONTRACT EVALUATION: SUBCONTRACTING UNDER DYNAMIC DETERMINISTIC DEMAND ENVIRONMENT

**Abstract:** This study is about contract evaluation and selection between a producer and one or more outsourcing companies. The producer faces dynamic deterministic demand. It has opportunity of subcontracting from a set of options offered by the subcontractors with distinct contract terms. The contract options are in terms of contract length, fixed and variable costs associated with order placed, delivery lead-time and capacity. Our model provides production, inventory carrying and backorder quantities, and determines usage of different contract options through planning horizon. Computations are used to come up with a framework where various contracting schemes for subcontracting can be obtained.

**Keywords:** Contracting, Subcontracting, Lot-Sizing

#### 1. Giriş

Tsay ve arkadaşlarına (1998) göre tedarik zincirlerinde koordinasyonun sağlanması amacıyla değişik araçlar kullanılmaktadır, bunların en başarılılarından biri de kontratlar olarak belirtilmiştir. Seviyeler arasındaki ilişkiler, farklı sorumlulukların ve karların paylaşımı hep kontratlar kullanılarak tanımlanmıştır. Uygulamalarda, firmaların fason üretim amacıyla birden fazla kontrat opsiyonları ile karşılaştıkları durumlar oluşabilmektedir. Böyle durumlarda firma amaçlarını en iyileyecek şekilde hangi kontrat opsiyonlarından yararlanacağı konusunda karar vermek durumunda kalmaktadır. Verdiği kararlar ışığında kendi üretim planlarını elden geçirip karşılaştığı fırsatlardan en iyi şekilde faydalanmak durumundadır. Bu çalışmada amacımız anlatılan durumdaki firmaların fason üretici seçimi, envanter ve üretim planlamadan oluşan problemlerini çözebilecek bir matematiksel model yaratmaktır. 2. bölümde motivasyon ve daha önceki çalışmalar, 3. bölümde ise matematiksel model üzerinde durulmuştur. 4. bölüm deneysel çalışma ve sonuçların analizine ve 5. bölüm bu çalışmanın sonuçlarına ve önerilere ayrılmıştır.

#### 2. Motivasyon ve Literatür

Fason üretim talebin karşılanmasında üreticiye ait olmayan tesislerin kapasitelerinin kullanılması olarak tanımlanabilir. Bu durumun arkasında yatan en önemli motivasyon üreticinin talebi karşılayacak kapasitesinin olmaması ya da bu yolla daha az maliyetle talebin karşılanabilecek olmasıdır. Tedarik zincirinde koordinasyon, kontrat modellemesi ve “yap ya da satın al” karar modellemesi

konularında değişik çalışmalar yapılmıştır. Cohen ve Agrawal (1999), kısa süreli ve uzun süreli kontratları faydaları açısından değerlendirmiştir. Serel ve arkadaşları uzun süreli kontratlarda tarafların davranışlarının arkasında yatan prensipleri analiz etmiştir. Platts ve arkadaşları (2002) “yap ya da satın al” kararları için bir kılavuz hazırlamaya çalışmıştır. Atamtürk ve Hochbaum (2001) kapasite planlaması, fason üretim ve parti büyüklüğü belirleme problemleri üzerinde çalışmıştır. Bu çalışmalarında bir fason üreticinin bulunduğu durumda kapasite artırımına ait maliyetleri de amaç fonksiyonlarına eklemiştir. Mohebbi ve Posner (1998), tek ve çift kaynaklı fason üretim modelleri değerlendirmişler ve bu çalışmanın sonucunda çift kaynak kullanmanın tek kaynak kullanmaya göre daha avantajlı olduğu sonucuna varmışlardır.

### 3. Model

Bu çalışmada üzerinde durulan ortam bir üretici ve bir ya da daha fazla fason üreticiden oluşmaktadır. Üreticinin amacı maliyetleri en az tutarak talebi karşılamak olarak belirlenmiştir. Üretici kısıtlı kapasitesini kullanarak tek bir ürün üretmektedir. Fason üreticiler kendi tesislerinde aynı ürünü üretebilmektedir. Her fason üretici şartları birbirinden farklı birden fazla kontrat opsiyonu önerebilmektedir. Üreticinin anlaşılabilir maliyet yapısı ve kontrat şartları altında talebin bir kısmını fason üretim kullanarak karşılama hakkı vardır. Üretici belli ve değişken bir talep miktarı ile karşılaşmaktadır. Kontratlarında iki sabit maliyet ve bir değişken maliyet kullanılmaktadır. Büyük sabit maliyet fason üretim yapılması için gereken kontrat maliyetini yansıtmakta, küçük sabit maliyet ise sipariş ve teslimata ilişkin maliyetleri yansıtmaktadır. Belirli ürün miktarı aralıkları için sabit ürün başına maliyet miktarları kullanılmıştır. Talebin gecikmeli olarak sağlanmasına bir ceza fonksiyonu kullanılarak izin verilmiştir. Üretilen ürünlerin fiziksel bir ortamda saklanması gerektiği düşünülerek bunun için bir maliyet belirtilmiştir.

### 4. Deneysel Çalışma

Deneysel çalışmamızda sistemin değişik durumlardaki davranışlarını bulmaya çalıştık. Tüm etkenlerin kullanıldığı bir deneysel tasarım ve ANOVA kullanarak hangi etkenlerin amaç fonksiyonu ve sistem davranışını tanımlayan performans ölçütleri üzerinde etkili olduğunu bulmaya çalıştık. Daha sonra bu çalışmayı belirli iki kontrat parametresinin (sabit kontrat maliyeti ve kontrat süresi) ilişkisini araştırmak üzere genişlettik. Benzer bir analizi iki değişik kontrat opsiyonu bulunan bir ortamda daha yaptık.

Kontrat maliyeti ve süresine ilişkin birinci analiz değişik uzunluktaki kontratların maliyetleri artırılarak fason üretim kullanım yüzdesinin gözlenmesi olmuştur. Bu analiz bir anlamda değişik uzunluktaki kontratlar için kontrat maliyeti üzerinden duyarlılık analizi olarak da düşünülebilir. Her basamak kontrat maliyetinin üreticinin davranışlarını değiştirmeyeceği durumları göstermektedir.

Kontrat maliyeti ve süresine ilişkin ikinci analiz aynı amaç fonksiyonunu veren kontrat uzunluğu ve kontrat maliyetlerinin gözlemlenmesi ile yapılmıştır. Bu analizde bu eşit koşullar altında kontrat maliyetinin, kontrat uzunluğuna bağlı değişimini gözlemlemeye çalıştık. Bu çalışmanın sonucunda ortaya çıkan çizimler üreticinin farklı uzunluktaki kontratlar için ödemeyi kabul edeceği kontrat maliyetlerini göstermektedir.

Alternatif iki kontratın analizi için değişik uzunlukta iki kontrat yapısı tanımlandı. Bir tanesi iki zaman aralığını kapsayan kısa bir kontrat, ikincisi ise altı zaman aralığını kapsayan uzun bir kontrat olarak seçildi. Talebin karşılandığı ana kaynağın belirtildiği çizimler hazırlanarak, bu iki kontrat opsiyonunun sabit ve değişken maliyetlerinin etkileri gözlemlenmeye çalışıldı.

Fason üretim kullanımı ve maliyeti analizi sonucunda,

- üreticinin uzun süreli kontratlar için daha fazla ödemeyi kabul ettiği anlaşıldı.
  - çok yüksek sabit kontrat maliyeti seviyelerinde ise fason üretim kullanımı sifıra indi.
  - talepte mevsimsellik olduğu durumlarda üreticinin talepteki değişkenlikle mücadele edebilmek amacıyla daha yüksek kontrat maliyetlerini kabul ettiği gözlemlendi.
- Sabit amaç fonksiyonlu analizin sonucunda,
- aynı düzeydeki amaç fonksiyonlarında uzun kontratlar için daha büyük maliyetlerin ödenebildiği gözlemlendi.
  - talepteki trendin bu analizde çok etkin olduğu anlaşıldı, trend olan durumlarda sistemin daha fazla envanter taşıdığı ve daha büyük miktarlarda talebi geç karşıladığı görüldü.
- Sabit kontrat maliyeti için talebin ana kaynağına ilişkin analiz sonucunda,
- eşit sabit maliyetlerde uzun süreli kontratın kısa süreli olandan her zaman daha fazla kullanıldığı gözlemlendi.

- bu durumu kısa kontrat yönünde çevirecek olan sabit maliyetin kontrat süreleri ile orantılı olmadığı görüldü.
  - küçük sabit maliyet kombinasyonlarında, sistemin bütün talebi fason üretimden karşıladığı, artışlarla birlikte fason üretimin ve üreticinin kendi kapasitesinin birlikte kullanıldığı melez durumların ortaya çıktığı gözlemlendi.
  - iki kontrat opsiyonunun da maliyetlerinin çok büyük olduğu durumlarda sistemin bütün talebi üretimden karşıladığı görüldü.
  - mevsimselliğin melez durumların ortaya çıkmasına neden olduğu görüldü.
  - trend için ise tam tersi sonuçlarla karşılaşıldı, trend olduğu durumlarda sistemin talebi tek bir kaynaktan karşılamaya çalıştığı gözlemlendi.
- Değişken fason üretim maliyeti için ana kaynak analizinde,
- maliyetler eşit ise uzun süreli kontrat her zaman daha fazla kullanılıyor ancak değişken fason üretim maliyetindeki küçük oynamalar bile sistemin ucuz olandan daha fazla yararlanmasına neden oluyor.
  - sistem her zaman ucuz olan iki kontrat opsiyonundan ya da kendi üretiminden yararlanıyor.

## 5. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, başlangıçta amaçladığımız noktaya ulaştık, kontrat şartlarına karar verilmesi sürecinde kullanılacak genel bir model yarattık. Bir karar destek yapısı oluşturmak amacıyla değişik etkenler kullanarak deneysel çalışmalar yaptık. Sonuçlarımız basit sistemlerin değişik durumlarda nasıl davranacağına dair ipuçları sağlıyor.

İleri araştırmalar değişik yönlerde olabilir. Bunlardan en önemlisi modelin daha farklı durumlarında kapsayabilecek bir şekilde geliştirilmesi olarak belirtilebilir. Bunların durumlar içerisinde; müşteri kayıpları, geri alış ve iadeler, kapasite ayırma kuralları, envanter yok edilmesi, artmayan veya düz olmayan değişken maliyet yapıları, kurulum maliyeti azalımı, talep zaman pencereleri, ikinci satış olasılıkları, güvenlik envanteri, kurulum süreleri, kurulum taşınması ve birden fazla ürün olan durumlar sayılabilir.

Değişik etkenler üzerinde deneyler yapılması da ileriye dönük bir araştırma önerisi olabilir. İndirme oranları, faiz oranları, temin süresi, fason üretim alt ve üst sınırları, düşünülen toplam zaman aralığı sayısı bunlardan bazıları olarak sayılabilir. Bu çalışmada amacımız bir çözüm yönetimi geliştirmek ya da yapısal özellikler ortaya çıkarmak değildi. Fakat çalışmamız süresince bazı özelliklere rastladık, bu özellikler kullanılarak bu çalışmada üzerinde durduğumuz modelin verimli bir şekilde çözülmesini sağlayabilecek yöntemlerin geliştirilmesi de ileriye dönük bir iş olarak ortaya çıkmıştır.

## Kaynaklar

- Atamtürk, A. ve Hochbaum, D. S.**, 2001, 'Capacity acquisition, subcontracting, and lot sizing', *Management Science*, Vol 47, 1081-1100.
- Cohen, M.A. ve Agrawal, N.**, 1999, 'An analytical comparison of long and short term contracts', *IIE Transactions*, Vol 31, 783-796.
- Mohebbi, E. ve Posner, M. J. M.**, 1998, 'Sole versus dual sourcing in a continuous review inventory system with lost sales', *Computers Industrial Engineering*, Vol 34, 321-336.
- Plats, K. W., Probert, D. R. ve Canez, L.**, 2002, 'Make vs. buy decisions: A process incorporating multi-attribute decision-making', *International Journal of Production Economics*, Vol 77, 247-257.
- Serel, D. A., Dada, M. ve Moskowitz, H.**, 2001, 'Sourcing decisions with capacity reservation contracts', *European Journal of Operational Research*, Vol 131, 635-648.
- Tsay A. A., Nahmias S. ve Agrawal, N.**, 1998, 'Modeling supply chain contracts: a review', in *Quantitative Models for Supply Chain Management*, Tayur, S., Ganeshan, R. and Magazine, M. (eds), Kluwer Academic, Norwell, MA.