

# ÇOK ÜRÜNLÜ BULANIK EKONOMİK PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ PROBLEMİNİN TABU ARAMA VE TAVLAMA BENZETİMİ ALGORİTMALARI İLE ÇÖZÜLMESİ

**Adil Baykasoğlu, Türkey Dereli, G. Sena Daş, Tolunay Göçken**  
*Gaziantep Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 27310, Gaziantep*

**Özet:** Bugüne kadar bulanık matematiksel modelleri çözmek için çeşitli çözüm yaklaşımları önerilmiştir. Bulanık matematiksel programlamadaki temel zorluklardan bir tanesi bulanık modelin mevcut çözüm algoritmaları ile doğrudan çözümüdür. Literatürde önerilen yaklaşımlarda, bulanık model bulanık olmayan (kesin) modele genellikle Zimmerman'ın max-min metodu kullanılarak dönüştürülmektedir. Bu çalışmada bulanık matematiksel modellerin kesin modele dönüşümü yapılmadan sezgisel algoritmalar yardımıyla çözülmesine çalışılmıştır. Önerilen yöntem, amaç fonksiyonu ve kaynakları bulanık olarak ifade edilen doğrusal olmayan "Ekonomik Parti Büyüklüğü" (EPB) problemine uygulanmıştır. Ele alınan *Çok Ürünlü Ekonomik Parti Büyüklüğü* probleminde amaç, depo alanı ve sipariş verme sayısı kısıtları altında maliyetin enazlanmasıdır. Problemin çözümünde tabu arama ve tavlama benzetimi algoritmaları kullanılmış ve elde edilen sonuçlar literatürdeki benzer çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Çok Ürünlü Ekonomik Parti Büyüklüğü Problemi, Bulanık Matematiksel Programlama, Tabu Arama, Tavlama Benzetimi*

## SOLUTION OF MULTI-ITEM FUZZY ECONOMIC ORDER QUANTITY PROBLEM USING TABU SEARCH AND SIMULATED ANNEALING ALGORITHMS

**Abstract:** Up to date many solution approaches are proposed to solve fuzzy mathematical models. One of the main difficulties in fuzzy mathematical programming is to solve the fuzzy model directly with the current algorithms. The proposed approaches in the literature, convert the fuzzy model into the crisp model generally using the Zimmermann's max-min method. In this study, fuzzy model is solved with heuristic algorithms without converting the model into the crisp model. The proposed method is applied to the nonlinear Economic Order Quantity model having objective functions and constraints fuzzy. The aim of the Multi-Item Economic Order Quantity problem is to minimize total cost under warehouse space and number of orders. Tabu Search and Simulated Annealing algorithms are employed for the solution of the problem and results of this study is compared with the similar results from the literature.

**Keywords:** *Multi Item Fuzzy Economic Order Quantity Problem, Fuzzy Mathematical Programming, Tabu Search, Simulated Annealing*

### 1. Giriş

Bulanık matematiksel programlamadaki temel zorluklardan bir tanesi bulanık modelin mevcut çözüm algoritmaları ile doğrudan çözümüdür. Bu çalışmada bulanık matematiksel modellerin kesin modele dönüşümü yapılmadan sezgisel algoritmalar yardımıyla çözülmesine çalışılmıştır.

Literatürde bulanık stok modelleri hakkında sınırlı sayıda çalışma olduğu göz önüne alınarak önerilen yöntem, amaç fonksiyonu ve kaynakları bulanık olarak ifade edilen *Çok Ürünlü Ekonomik Parti Büyüklüğü* problemine uygulanmıştır. Problemin çözümünde tabu arama ve tavlama benzetimi algoritmaları kullanılmış ve elde edilen sonuçlar literatürde aynı problemi dönüştürme yaparak genetik algoritmalarla çözen Mondal ve Maiti'nin (2002) sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

### 2. Problemin Tanımı

İşletmelerin birden fazla stok kalemi bulundurduğu durumlarda Çok Ürünlü Ekonomik Parti Büyüklüğü problemleri karşımıza çıkar. Bu problemde amaç belirli kısıtlar altında en az maliyetli parti büyüklüklerinin belirlenmesidir. Bu problem değişik kısıtlarla karşımıza çıkabilir. Örneğin, depo alanının kısıtlı olduğu durumlar olabilir, yıl içinde verilecek sipariş sayısı için veya söz konusu stok kalemlerine yapılacak yatırım tutarı için bir üst limiti olabilir (Johnson ve Montgomery, 1974).

Genellikle karar verici tarafından kesin bir şekilde tanımlanması gereken bu kaynaklar çoğu zaman kesin olarak tanımlanamayabilir. Modellemedeki bu problemi ortadan kaldırmak için bu tür problemler bulanık matematiksel programlama kullanılarak modellenilebilir. Bu sayede karar vericiyi daha doğru ve

gerçekçi sonuçlar elde edecektir. Örneğin, yönetici mevcut depo alanını ek depo kullanarak arttırabilecekse depo alanı kısıtı bulanık olarak modellenebilir. Amaç fonksiyonu ve kısıtları bulanık olarak tanımlanan Çok Ürünlü Bulanık EPB problemi depo alanı ve sipariş verme kısıtları altında  $n$  ürün için aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$\text{Min } TC(Q_i) = \sum_{i=1}^n \left( \frac{c_{1i} Q_i}{2} + \frac{c_{3i} D_i}{Q_i} \right)$$

st.

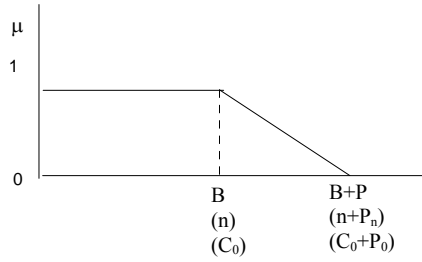
$$\sum_{i=1}^n a_i Q_i \leq \tilde{B}$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{Q_i} \leq \tilde{n}$$

$$Q_i > 0 \quad \forall i, i=1, \dots, n$$

Modelde,  $c_{1i}$  i ürününün bir birimini birim zamanda elde bulundurma maliyetini,  $c_{3i}$  i ürününün her dönem için sipariş verme maliyetini,  $D_i$  i ürününün birim zamandaki talebini,  $a_i$  her i ürünün depoda kapladığı yeri,  $M_i$  belirli bir dönemde i ürününe ait toplam talebi,  $B$  maksimum depo alanını,  $n$  belirli bir dönemde verilecek maksimum sipariş verme sayısını ve  $Q_i$  her ürüne ait parti büyüklüğünü ifade etmektedir.

Çözüm için bulanık amaç fonksiyonu ve kısıtlar Şekil 1’de görüldüğü gibi tanımlanmış ve Mondal ve Maiti’nin (2002) kullandığı problem verisi (Tablo 1 ve 2) karşılaştırma yapmak amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 1. Bulanık üyelik fonksiyonu

Şekil 1’de  $B$  maksimum depo alanını,  $n$  sipariş verme sayısını,  $C_0$  hedef maliyeti,  $P$ ,  $P_n$  ve  $P_0$  ise sırasıyla bu değerlerin tolerans değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 1. Problem verisi

Ürün	$c_{1i}$	$c_{3i}$	$D_i$	$a_i (m^2)$	$M_i$
$i=1$	250	$10^5$	200	1	8000
$i=2$	200	$245 \times 10^3$	800	1	4000

Tablo 2. Problem verisi

$B (m^2)$	$P (m^2)$	$n$	$P_n$	$C_0$	$P_0$
1500	50	20	2	$37 \times 10^4$	$35 \times 10^3$

Bu çalışmada literatürdeki çalışmaların aksine bulanık model bulanık olmayan modele dönüştürülmemiş, tersine bulanık model dönüştürme yapmadan çözülmüştür. Bu amaçla, Tabu Arama ve Tavlama Benzetimi algoritmalarıyla Bellman ve Zadeh’in max-min metodu kullanılarak çözüm elde edilmiştir.

Tablo 3. Sonuçların karşılaştırılması

<i>Çözüm</i>	$\alpha$	$Q_1$	$Q_2$	<i>Maliyet</i>	<i>Kullanılan depo alanı</i>	<i>Sipariş verme sayısı</i>
Mondal ve Maiti'nin Genetik Algoritma ile çözümü (Chi-square)	0.401085	458.029	1071.8978	390963.375	1529.892	21.1983
Mondal ve Maiti'nin Genetik Algoritma ile çözümü (Erlang)	0.401064	458.029	1071.8874	390970.656	1530.254	21.1858
Tavlama Benzetimi ile çözüm	0.383644	456.995	1073.23	<b>390838</b>	1530.225	21.2327
Tabu Arama ile çözüm	0.401117	458.0299	1071.9139	390960.9	1529.943	21.1977

Problemin tabu arama ve tavlama benzetimi ile çözülmesinden elde edilen sonuçlar ile Mondal ve Maiti'nin (2002) genetik algoritma ile elde ettiği sonuçlar Tablo 3 de karşılaştırılmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki, her iki algoritma ile elde edilen sonuçlar Mondal ve Maiti'nin (2002) sonuçları ile neredeyse aynıdır. Farklı algoritmalar ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde hiçbir algoritmanın birbirine üstünlük sağlamadığı, fakat tavlama benzetimi kullanılarak elde edilen sonuçta çok küçükte olsa maliyette iyileşme olduğu gözlenmiştir. Buna rağmen önerilen yaklaşımlarının üstünlüğü doğrusal olmayan bulanık programlama modelini bulanık olmayan modele dönüştürme yapmadan doğrudan çözebilmesidir.

### 3. Sonuç

Bu çalışmada Çok Ürünlü Bulanık EPB problemi literatürdeki yaklaşımlardan farklı olarak bulanık olmayan modele dönüştürme yapılmaksızın doğrudan çözülmüştür. Bu amaçla tabu arama ve tavlama benzetimi algoritmalarıyla Bellman ve Zadeh'in max-min metodu kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aynı problemi genetik algoritma ile dönüştürme yaparak çözen Mondal ve Maiti'nin (2002) sonuçları ile karşılaştırıldığında önerilen yöntemlerle de etkili sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Bu çalışma göstermiştir ki, tabu arama ve tavlama benzetimi algoritmaları da bulanık matematiksel programlama problemlerinin çözümünde kullanılabilir.

### Kaynaklar

- Baykasoğlu, A.,** Çok objektifli üretim planlaması problemlerinin çok objektifli yasaklı tarama yöntemi ile çözümü. 3. GAP Mühendislik Kongresi, 181-189, Mayıs 2000, Şanlıurfa, Turkey.
- Bellman, R.E., Zadeh L.A.,** Decision-making in a fuzzy environment, Management Science, 17, 141-164, 1970.
- Johnson, L.A., Montgomery, D.C.,** Operations research in production planning, scheduling and inventory control, John Wiley & Sons, New York,1974.
- Mondal, S. ve Maiti, M.,** Multi-item fuzzy EOQ models using genetic algorithm. Computers and Industrial Engineering, 44, 105-117, 2002.
- Rutenbar, R.A.,** Simulated annealing algorithms: an overview, IEEE circuits and devices magazine, January, 19-26, 1989.
- Zadeh, L.A.,** Fuzzy Sets, Information and Control, 8, 338-353, 1965.