

Subject Area
BusinessYear: 2022
Vol: 8 Issue: 99
PP: 1917-1929Arrival
16 March 2022
Published
30 June 2022Article ID Number
62460Article Serial Number
07Doi Number
<http://dx.doi.org/10.29228/sssj.62460>**How to Cite This Article**Yıldırım, M. &
Abdulkerim G. (2022).
“Cnc Makineleri Satış
Firması Hedeflerinin
Bulanık Hedef
Programlama İle
Değerlendirilmesi”
International Social
Sciences Studies Journal,
(e-ISSN:2587-1587)
Vol:8, Issue:99; pp:1917-
1929Social Sciences Studies
Journal is licensed under a
Creative Commons
Attribution-
NonCommercial 4.0
International License.**CNC Makineleri Satış Firması Hedeflerinin Bulanık Hedef Programlama İle Değerlendirilmesi****Evaluation With Fuzzy Goal Programming Of Company's Targets Which Sales CNC Machines**Murat YILDIRIM ¹  Abdulkerim GÜLER ² ¹ Arş. Gör. Dr. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, Tokat, Türkiye² Dr. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye**ÖZET**

Mevcut piyasa şartları altında işletmeler için karar vericiler birden fazla amaca ve birden çok kısıta sahiptirler. Bu kısıt ve amaçlar gerçek şartlar nedeniyle aynı zamanda kesinlik içermemektedir. Karar vericilerin daha verimli sonuçlar elde etmeleri gerçek şartlara uygunluk gösteren yöntemleri kullanmasıyla mümkündür. Çok amaçlı karar verme modellerinden olan bulanık hedef programlama bu durumun çözümü için en uygun yöntemlerdendir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı CNC üretimi yapan bir işletmenin bulanık hedef programlama tekniği kullanarak üretim planına bir öngöründe bulunmaktadır. İşletme verileri için ilk değerlendirme doğrusal programlama ile yapılmış ve elde edilen sonuç; 4 farklı CNC üretim yapan işletme için ilk üründen hiç bir ürün üretmemesi yönünde olmuştur. Ortaya çıkan bu sonuç işletmenin hedeflediği gerçek piyasa taleplerini karşılamamaktadır. Bu sebeple işletme verilerinin yanında yetkililerce belirlenen hedefler kısıtlar altında yeniden değerlendirilerek 4 farklı senaryo üzerinde çalışılmıştır. Bu oluşturulan alt problemlerden en yüksek λ değerinin olduğu çözüm, bulanık hedef programlama probleminde en uygun çözüm olarak ele alınmıştır. Buna göre 4 farklı CNC üretimi yapan işletmede, $x_1 = 18$, $x_2 = 36$, $x_3 = 4$, $x_4 = 2$ adet üretilmesi halinde işletmenin yıllık elde edebileceği kâr 15484800 TL olabilmektedir. Böylece işletmenin hem kâr hedefi hem de üretim hedefini sağlamıştır. Bulanık hedef programlama ile elde edilen sonuçlar güncel piyasada var olan taleplerle örtüşerek gerçekçi sonuçlar üretmiştir.

Anahtar Kelimeler: CNC Makineleri, Bulanık Mantık, Bulanık Hedef Programlama**ABSTRACT**

Under market conditions, decision makers for businesses have more than one purpose and many constraints. These are also not precise due to real conditions. The study's purpose is to make a prediction for the production plan of a CNC production company by using this technique. The first evaluation for the enterprise data was made with linear programming and the result obtained; it has been in the direction of not producing any product from the first product for 4 different CNC production companies. This result does not meet the real market demands targeted by the enterprise. The targets determined by the authorities were re-evaluated under the constraints and 4 different scenarios were studied. The solution with the highest λ value among these sub-problems is considered as the most appropriate solution in the fuzzy goal programming problem. Accordingly, if $x_1 = 18$, $x_2 = 36$, $x_3 = 4$, $x_4 = 2$ units are produced in the enterprise that produces 4 different CNCs, the annual profit of the enterprise is 15484800 TL. Thus, the company achieved both the profit target and the production target. The results obtained with fuzzy goal programming have produced realistic results by coinciding with the demands in the current market.

Keywords: CNC Machines, Fuzzy Logic, Fuzzy Goal Programming**1. GİRİŞ**

Birçok alanda olduğu gibi işletmeler ve sektörler için geleceğin tahmin edilmesi ve bu tahminlere dayalı olarak izlenecek politikaların belirlenmesi gelecek için hazırlıklı olma adına büyük önem taşımaktadır. Bilimsel tahmin teknikleri özellikle karar verme durumundaki bireylere büyük yararlar sağlamaktadır. Bilinmeyen ve endişe duyulan geleceğin iyi bir şekilde tahmin edilmesi ve gerçekçi politikaların belirlenmesinde temel şart tahminin gerçekleri yansıtmasıdır (Orhunbilge, 2002: 5).

Büyük önem arz eden bu tahminlerin uygulamasında bazı bilimsel teknikler geliştirilmiştir. Geliştirilen tekniklere yönelem araştırmaları çatısı altında bakıldığında problem hedefi eldeki problemin en uygun çözümünü elde etmektir. Gelecek hakkında politika belirlemede tahminlerin güvenilir olabilmesi gerçek hayattaki problemlerin yansıtılmasına bağlıdır. Bu sebeple gerçek hayat şartları göz önüne alındığında birden fazla amaç ve kısıt ortaya çıkmaktadır. Bu durumu çözebilmek adına literatürde çok amaçlı karar verme modelleri üretilmiştir. Bu modeller arasında en etkin olanı ise hedef programlama modelleridir (Erpolat, 2010: 233).

Hedef programlama modeli, verilen kısıtlar altında birden fazla ve birbirinin zıttı olabilecek hedeflerin aynı anda ele alınmasını sağlayan etkili bir yöntemdir. Model aynı anda birden fazla amacı maksimize ya da minimize edemeyeceğinden hedefler arasındaki sapmayı minimum kılmaya odaklanan bir tekniktir (Akdeniz ve Aras, 2011: 8; Güneş ve Umarusman, 2004: 245). İşletmeler açısından güncel şartlar sadece karın maksimum yapılması ya da sadece maliyetin minimum yapılması ile sınırlı değildir. Bu amaçların yanında pazar payını büyütme, ürün kalitesini artırmak, marka değerini arttırmak, fiyat istikrarını sağlamak ve müşteri memnuniyeti gibi daha birçok

amaç işletmeler için ciddi önem arz etmektedir (Öztürk, 2016: 239-260). Bu açıdan hedef programlama, güncel yaşamda karşılaşılan durumlara yönelik ciddi bilimsel sonuçlar üreten doyurucu bir yaklaşımdır (Ayan, 2010: 70).

2. BULANIK HEDEF PROGRAMLAMA

Bulanık mantığın ilk kullanımı Lotfi A. Zadeh tarafından (1965) “Fuzzy Sets (Bulanık Kümeler)” isimli makale ile kazandırılmıştır (Elmas, 2003: 26).

Gerçek hayatta, olması mümkün her durumun bir kural tanımlaması yapılamaz. Karşılaşılan çeşitli durumlarda insanlar benzer şartlarda tanımlanan kuralları uygulayabilmektedir. Bu benzerlik, kuralları oluşturan kelimelerin tanımındaki esneklikle mümkündür. Bulanık mantık, değişik çeşitlerdeki belirsizlik durumlarında ve bulanıklıkların modellenmesinde yardımcı olmaktadır. Sürekli değişen şartlarda farklı sonuçların elde edilebileceği gerçeğinden yola çıkılarak bulanık mantık için matematiğin gerçek hayata uyarlanması şeklinde tanımlama yapılabilir (Başkaya, 2011: 14-15).

Hedef programlamada amaç fonksiyonları, erişim değerleri ve kısıtlayıcılar belirlenimci şeklinde ifade edilir. Hedeflere ait erişim değerlerinin, net bir biçimde belirlenmesi oldukça zordur. Erişim değerlerinin belirlenmesi, hedeflerin tercih önceliklerine ve göreceli ağırlıklarının karar vericilerin öznel yargılarına göre netlik kazanır. Hedef programlamadaki bu öznel olgusu bulanık küme teorisiyle ifade edilebilir. Kesin olmayan ifadeleri “yaklaşık olarak ..’e eşit” ve “...’den oldukça küçük” vb. ifadelerle bulanıklaştırma yapılır. Hedeflere ait bu gibi ifadeler, bulanık küme üyelik fonksiyonlarla ele alınır (Özkan, 2003: 181).

Bulanık hedef programlama için kullanılan yaklaşımların çoğunda matematiksel işlemlerde kolaylık sağlaması açısından Zimmermann tipi üyelik fonksiyonları kullanılmaktadır. Zimmermann tipi üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\left. \begin{array}{l} (Ax)_i \approx b_i \quad (i = 1,2,3, \dots m_1) \\ (Ax)_i \leq b_i \quad (i = m_1 + 1, m_1 + 2, \dots m_2) \\ (Ax)_i \geq b_i \quad (i = m_2 + 1, m_2 + 2, \dots m_3) \end{array} \right\} \text{Bulanık Hedefler} \quad (1)$$

$$\mu_0(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad \text{eğer } (Ax)_i \leq b_i - d_i \\ 1 - \frac{b_i - (Ax)_i}{d_i} & ; \quad \text{eğer } b_i - d_i \leq (Ax)_i \leq b_i \\ 1 - \frac{(Ax)_i - b_i}{d_i} & ; \quad \text{eğer } b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + d_i \\ 0 & ; \quad \text{eğer } (Ax)_i \geq b_i + d_i \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad \text{eğer } (Ax)_i \geq b_i + d_i \\ 1 - \frac{b_i - (Ax)_i}{d_i} & ; \quad \text{eğer } b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + d_i \\ 1 & ; \quad \text{eğer } (Ax)_i \leq b_i \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad \text{eğer } (Ax)_i \geq b_i + d_i \\ 1 - \frac{b_i - (Ax)_i}{d_i} & ; \quad \text{eğer } b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + d_i \\ 1 & ; \quad \text{eğer } (Ax)_i \leq b_i \end{cases} \quad (4)$$

Burada “ \approx, \leq, \geq ” simgeleri sırasıyla “ $=, \leq, \geq$ ” simgelerinin bulanıklaştırılmış halidir. Modelde, b_i , i’inci bulanık hedef karar vericisinin belirlemiş olduğu erişim değeri, d_i ise bu erişim değerinden oluşabilecek sapmalar için kabul edilebilen tolerans miktarını, $(Ax)_i$; hedef kısıtını belirtmektedir (Özkan, 2003: 182-183).

Bulanık hedef programlama problemlerinin çözümünde çeşitli yaklaşımlar kullanılmıştır. Bu çalışmada, Narasimhan Yaklaşımı kullanılmıştır. Narasimhan, bulanık hedefleri bulanık eşitlikler şeklinde kabul ederek onları üçgensel üyelik fonksiyonlarıyla nitelemiştir. Narasimhan Yaklaşımı, hedef programlama modellerinde bulanık kümeleri kullanılan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda, verilen kısıtlayıcılar kümesinde çözüm vektörü X’in belirlenmesi aşağıdaki gibidir:

Amaç: X değerinin belirlenmesi

$$(Ax)_i \approx b_i \quad (i=1,2,3, \dots m_1)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1,2,3,\dots,n)$$

\approx : Kısıtların b_i çevresinde olduğunu belirtir.

Narasimhan Yaklaşımında, bulanık hedefler arasında tercih önceliği bulunmamakta ve bütün hedeflerin aynı önem derecesinde olduğu kabul edilmektedir (Kim ve Whang, 1998: 614-624).

Bu yaklaşımda, bulanık hedefler üçgensel üyelik fonksiyonlarıyla belirtilir. Üyelik derecesinin 0'dan 1'e doğru yükseldiği bölge ve 1'den 0'a doğru alçaldığı bölge şeklinde ele alınır ve bulanık karar kümesinin en yüksek üyelik dereceli elemanını belirleyebilmek için problemi iki alt probleme dönüştürülür.

$$\mu_D(X^m) = \text{Max}_{x \geq 0} (\text{Min} [\mu_i(X)]) =$$

$$\begin{cases} \text{1. Problem} & \text{2. Problem} \\ \text{Max}_{x \geq 0} \left\{ \text{Min} \left[1 - \frac{b_i - (Ax)_i}{d_i} \right] \right\} & \text{Max}_{x \geq 0} \left\{ \text{Min} \left[1 - \frac{(Ax)_i - b_i}{d_i} \right] \right\} \\ \text{kısıtlayıcılar} & \text{kısıtlayıcılar} \\ b_i - d_i \leq (Ax)_i \leq b_i & b_i \leq (Ax)_i \leq b_i + d_i \\ i = 1,2,3, \dots, m_1 & i = 1,2,3, \dots, m_1 \end{cases} \quad (5)$$

Bulanık karar kümesinin en yüksek üyelik dereceli elemanının tespit edilmesi için; $\mu_D(X^m) = \text{Max}_{x \geq 0} (\text{Min} [\mu_i(X)])$ probleminin çözülmesi gerekmektedir. En yüksek üyelik dereceli X^m vektörünün $[b_i - d_i, b_i]$ ve $[b_i, b_i + d_i]$ aralıklarından hangisinde yer aldığı bulabilmek için, alt problemler oluşturulur (Narasimhan, 1980: 327).

Bulanık doğrusal programlama problemleri, bulanık hedeflere ulaşma derecesini gösteren λ değişkeniyle doğrusal programlama modeli olarak belirtilir. λ değişkeni, bulanık hedef ve bulanık kısıtların çözüm vektörü X tarafından eşanlı doyurulma derecesini gösterir. λ değişkeni $\lambda \in [0,1]$ aralığında yer alır. $[0,1]$ aralığında bulunan λ değerlerinden en büyüğü en iyi kararı temsil etmektedir (Keleşoğlu, 2006: 104).

Narasimhan Yaklaşımında n adet bulanık hedefli bir hedef programlama için 2^n tane doğrusal alt problem oluşturulur. Oluşturulan bu alt problemlerden en yüksek değeri veren problemin çözümü, bulanık hedef programlama modelinin uygun çözümü şeklinde ifade edilmektedir (Yaghoobi ve Tamiz, 2007: 637).

3. CNC MAKİNELERİ

CNC (Computer Numerical Control- Bilgisayar Nümerik Kontrol), bilgisayar kontrollü makine ya da bilgisayar tabanlı yönetim şeklinde adlandırılmaktadır. CNC makinelerinin doğuşu için ilk adım 1946 yılından Amerikalı bir mühendisin NC- (Numerical Control) olarak adlandırılan ve kontrole sahip olan bir freze tezgâhını üretmesiyle başlamıştır. NC' nin kontrolü günümüz için kaba sayılabilecek olan "delikli şerit kartlar" sayesinde sağlanmıştır. İlerleyen dönemde bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile birlikte bu kontrol sistemi, saklına bilinir ve geliştirilebilir özellikli yazılımlara sahip olmuştur. Gelişen bu bilgisayar teknolojisi ve yazılımdaki ilerlemeler CNC makinelerini günümüzün önemli üretim araçları haline getirmiştir. CNC makineleri ilk olarak uçak imalatında kullanılmış olup ardından otomotiv sektöründe kullanılmasıyla birlikte gelişimi hız kazanmıştır (Bal, 2018: 22).

CNC makineleri ile parça üretiminde en önemli bileşen, makine üzerine monte edilen ve bilgisayar yazılımlarını içeren kontrol ünitesidir. Kontrol ünitesi, CAD ve CAM programları vasıtasıyla tasarımı yapılan ürünün sayı, harf ve sembollerden oluşan kodlarına sahiptir. CNC tezgâhları birçok metal işleminde kullanıldığı gibi ağaç, mermer ve plastik gibi malzemelerin de işlendiği sektörlerde kullanılmaktadır (Cevindik, 2009: 6-9).

CNC takım tezgâhları, herhangi bir üretim sisteminin ana bileşenleridir. Mevcut CNC makinelerini birlikte çalışabilirlik, uyarlılık, çeviklik ve yeniden yapılandırılabilirlik gibi birçok ihtiyaç duyulan özelliklerle geliştirmek için talepler bulunmaktadır (Xu ve Newman, 2006: 142).

Diñçel (1999) CNC tezgâhlarının sağladığı avantaj ve dezavantajları şu şekilde belirtmiştir (Cevindik, 2009: 15-16):

CNC tezgâhlarının avantajları:

- ✓ İmalat sürecinde insan faktörünün azaltılmasıyla seri ve hassas üretimin sağlanır.
- ✓ Birçok gider kaleminde (insan gücü, elektrik vb.) tasarruf sağlar.
- ✓ İnsan faktöründen doğan hatalar en aza indirgenmiştir.
- ✓ Depolama giderleri azaltılmıştır.
- ✓ Bazı pahalı elemanların (kalıp, master vb.) kullanılmamasıyla imalat ucuz hale gelmiştir.
- ✓ Seri üretim ile birlikte zaman kaybının önüne geçilmiştir.
- ✓ Farklı parça üretiminde hızlı geçiş sayesinde esnekliğin olması.

CNC tezgâhlarının dezavantajları:

- ✓ Yatırım maliyetleri ve bakım maliyetleri yüksektir.
- ✓ İmalat sürecinde hassas ve titiz çalışılması gereklidir.
- ✓ Tezgâhta kullanılacak bileşenlerin kaliteli parçalar olması gereklidir.

4. YÖNTEM

Literatürde bulanık hedef programlama modeli üzerine yapılmış birçok çalışma mevcut olup bu çalışmalardan bazıları şunlardır:

Güneş ve Umarusman (2003) çalışmalarında bir yerel yönetimin vergi gelirlerinin en uygun düzeyde sağlanması amacıyla bulanık hedef programlama modeli kurarak çıktılarını değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak da karar problemlerinin sahip olduğu belirsizliğe karşı etkin karar vermede bulanık hedef programlamanın önemini vurgulamışlardır.

Ertuğrul (2005) çalışmasında bulanık hedef programlamanın mevcut hayat şartları altında doğrusal programlamadan daha iyi sonuçlar vereceğini değerlendirmek için bir tekstil firmasına iki tekniği de uygulayarak sonuçları yorumlamıştır. Elde edilen sonuçlara göre bulanık hedef programlama tekniğinin iki temel konunun aşılmasını sağladığını belirtmiştir. Bunlardan ilki karar vermede birden fazla amacın olması ikincisi ise bulanıklıktır.

Kağnıcıoğlu (2006) yaptığı çalışmada çok amaçlı doğrusal programlama problemlerinin hedef ve bulanık hedef programlama teknikleri çözüldüğü zaman ne tür farklılık ve benzerlikler olduğuna değerlendirirken aynı zamanda da bu iki yöntemin karar vericiye sağladığı avantaj ve dezavantajlara değinmiştir. Elde edilen sonuçlar ikinci yöntemin karar vericiye sağladığı tolerans olarak belirtilmiştir.

Kağnıcıoğlu ve Yıldız (2006) birden fazla amacın belirsiz olduğu durumlarda atama problemlerinin çözümü için 0-1 tam sayılı bulanık hedef programlama vasıtasıyla model önerisinde bulunmuşlardır. Uygulamada ise bir bölüme ait sınav ve görevlilerinin atanması ele alınmıştır. Yöntem olarak iki farklı yaklaşım kullanılmış ve model geçerliliği için de yapay veriler ile deneme yapılmıştır. Önerileri ise kurulan modelin farklı kısıtlar altında farklı problemlerde işlevsel olacağı yönündedir.

Yukarıdaki çalışmada geçen yaklaşımın benzer bir uygulaması Ertuğrul ve Öztaş (2016) tarafından en uygun ders programının sağlanabilmesi adına kullanılmıştır.

Karaman ve Kale (2007) yaptıkları çalışmada inşaat projelerinde önemli bir yere sahip olan süre-maliyet-kalite değişkenlerinin birlikte ele alındığı bir modeli bulanık hedef programlamayla kurarak sonuçları değerlendirmişlerdir. Önerileri üç boyutlu süre-maliyet-kalite değişim analizlerine kaynak kullanım sınırlarının da eklenmesi ile çok daha karmaşık inşaat problemlerinde bulanık hedef programlama ile çözümler bulunabileceğini yönünde olmuştur.

Vatansever (2008) bulanık hedef programlama modelinin bir üretim projesi için uygun bir yöntem olup olmadığını belirlemek adına kritik yol yöntemi ve hedef programlama tekniklerini de ele alındığı bir üretim sürecinde değerlendirmede bulunmuştur. Sonuçlar bulanık hedef programlama yaklaşımının üretim projelerindeki belirsizlikleri gidererek uygulanabileceği yönünde elde edilmiştir.

Ayan (2010) çalışmasında toplam üretim planlaması yapmak için bulanık hedef programlama tekniğini değerlendirmiştir. Çalışmada bulanık hedef ve kısıtlar üyelik fonksiyonları ile kesinleştirilerek yaklaşım sayısal bir örnek üzerinde uygulanmıştır. Sonuçlar bu tekniğin karar vericiye toplam üretim planlamasının birçok safhasında yol gösterici olacağı şeklindedir. Önerisi ise gerçekçiliği daha iyi sağlayabilmek ve sonuçları da daha anlamlı yorumlayabilmek için bulanık değerlerin asimetrik olarak alınması yönünde olmuştur.

Erpolat (2010) yaptığı çalışmada üretim planı için hedef ve bulanık hedef programlarını karşılaştırarak bulanık hedefte en uygun üyelik fonksiyonunu belirlemeyebilmek adına doğrusal ve doğrusal olmayan üyelik fonksiyonlarını karşılaştırmıştır. Elde edilen sonuçlar gerçek hayatta var olan bulanıklığa hedef programlamanın cevap verememesinde ötürü üretim hedefleri sağlayamamasına karşılık doğrusal bulanık hedef programlamanın sağlayabildiği şeklindedir.

Oruç (2014) çalışmasında bulanık hedef programlama ile 19- 30 yaş aralığındaki işçiler için seçimsiz öğle yemeği menüsü planlamıştır. Benzer bir çalışma ise Eren vd. (2018) tarafından hastanelerde farklı hastalıklara sahip hastalar için bir aylık menü planı bulanık hedef programla yapılmıştır.

Özkan ve Bircan (2016) yaptıkları çalışmada bir işletmenin ürünlerinin belirlenen hedeflerle ulaşabilmesinde klasik hedef programlama ile Yang, Ignizio ve Kim (YIK) modeli kullanılarak değerlendirilmedi bulunmuşlardır. Elde

edilen sonuçlara göre klasik hedef programlama vasıtasıyla hedefler ürün yapısının bozulmasıyla sağlanırken, bulanık hedef programlama ile herhangi bir bozulma olmadan hedefler sağlanmıştır.

Filiz ve Eroğlu (2017) çalışmalarında bulanık talepler altında araç rotalama problemine bulanık hedef programlama ile çözüm önermişlerdir.

Yücesan ve Zengin (2019) bir mobilya üretim firması için çok ürünlü üretim planı problemine bir tahminde bulunmak adına MINIMAX yaklaşımına dayanan bulanık hedef programlama tekniğini kullanmışlardır. Çalışmada hedefler kar ve üretim olup daha az işçi ile mevcut şartlar altında hedeflerin gerçekleştiğini elde etmişlerdir.

İşletmeler açısından yukarıda da bahsedildiği gibi birçok amaç söz konusu olup bu amaçlar hakkında kesinlik belirtmek piyasa şartları açısından oldukça güçtür. Hedef programlama birçok amacın yer aldığı model için doyurucu bir çözüm üretse de kesinlik içermeyen şartlar kaçınılmazdır. Bu gerçekçi fakat kesinlik içermeyen durumlar için bulanık küme teorisi önerilmektedir. Hedef programlamaya bulanık küme teorisini ekleyerek oluşturulan bulanık hedef programlama gerçek koşullar altında uygulanabilecek bir teknik halini almaktadır. Hedeflerin kesinlik içermemesi durumuna çözüm bulabilmek için Narasimhan hedef programlamayı yeniden düzenlemiştir. Çözüm olarak da hedeflerdeki sapmayı bulabilmek adına üyelik fonksiyonlarından yararlanmıştır (Erpolat, 2010: 235).

Amaç fonksiyonlarının ve kullanılan üyelik fonksiyonunun yapılarındaki değişikliklerden dolayı bulanık hedef programlama modeli için oluşturulan değişik çözümler bulunmaktadır. Bunlar; “Narasimhan Yaklaşımı, Hannan Yaklaşımı, Yang, Ignizio ve Kim Yaklaşımı, Tiwari, Dharmar ve Rao Yaklaşımı, Chen Yaklaşımı ve Tiwari, Dharmar ve Rao'nun Toplamsal Model Yaklaşımı” şeklindedir. Bu yaklaşımların temelini Bellmann ve Zadeh tarafından açıklanan bulanık karar yaklaşımı oluşturmaktadır (Özkan, 2003: 182).

Bu çalışmanın amacı; İstanbul'da CNC tezgâhları üretimi yapan bir işletme için belirlenen hedeflere ulaşmada bulanık hedef programlamadan yararlanarak bir üretim planı öngörerek kâr maksimizasyonu sağlanmasıdır. İlk olarak işletmeye ait verilerle doğrusal programlama modeli kullanılarak maksimum kâr amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar piyasa talepleri ile uyumsuz bir durum ortaya koymuştur. Bu yüzden işletmenin piyasa şartları altında koymuş oldukları hedefler için bulanık hedef programlama modeli uygulanmıştır. Bulanık amaçların aynı tercih sıralamasına sahip olduğu ve Zimmermann tipi üyelik fonksiyonunun yaklaşımından esinlenerek çalışmada Üçgensel Üyelik Fonksiyonlarıyla Narasimhan Yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmada belirlenen hedefler, işletmenin ve piyasa taleplerinin mevcut şartları altında maksimum kar (TL) ve maksimum üretim (adet)'dir.

Bu çalışmada hedef programlama modeline bulanık küme teorisi eklenerek oluşturulan bulanık hedef programlama modeli uygulanmıştır.

5. BULGULAR

Bu çalışma, İstanbul'da faaliyet gösteren CNC Makinesi üretimi yapan bir işletmenin 2021 yılına ait verilerini kapsamaktadır. İşletmede çalışan, 1 Genel müdür, 2 mühendis ve 13 işçi olmak üzere toplam 16 kişi bulunmaktadır.

Amaç Fonksiyonu: Bu çalışmada amaç kâr maksimizasyonu ve maksimum üretim yapılmasını sağlamaktır. 4 çeşit CNC Makinesinin üretim planlaması yapılarak üretilmesiyle elde edilecek kâr maksimum yapılmak istemektedir.

Tablo 1. Üretilen CNC makine çeşitleri

S.N	Ürünler	Kodları
1	İki Eksenli(Tezgah) Torna	x_1
2	Dört Eksenli (Tezgah) Torna	x_2
3	Taretli (Tezgah) Torna	x_3
4	Taretli (Tezgah) Torna (Canlı Takımlı)	x_4

Ayrıca, bu ürünlerin üretim maliyetleri, satış fiyatları ve kâr değerleri tablo 2 ve 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2. Ürünlerin üretim maliyetleri

Ürünler	x_1	x_2	x_3	x_4
Çelik /Şase(Gövde) (TL)	10000	10000	10000	10000
Dış Kasa (TL)	13000	13000	13000	13000
Makine Kalıpları (Prezede) (TL)	20000	20000	20000	20000
Fener mili + Rulmanlar (TL)	14000	14000	14000	14000
Kontrol Ünitesi (TL)	73920	89760	110880	110880
Elektrik Tesisatı (TL)	15000	15000	15000	15000
Hidrolik Ünite (TL)	6000	6000	8000	8000
Vidalı Mil + Ray + Arabalar + Yataklar	15000	15000	15000	15000
Canlı Takım (TL)	-	21120	31680	63360

Satış Fiyatı (Euro)	35-40000	40-45000	45-50000	50-55000
---------------------	----------	----------	----------	----------

Tablo 3. Her Bir Ürünün Maliyet, Satış Fiyatı ve Kâr Değerleri

Ürünler	Maliyet(₺)	Satış Fiyatı (KDV Dahil) (₺)	Kâr(₺)
x_1	166920	396000	229080
x_2	184760	448800	264040
x_3	208880	501600	292720
x_4	211880	554400	342520

- Modelin Uygulanması ve WinQSB Programı ile Çözülmesi

CNC makineleri hakkında elde edilen bilgilere göre, bu işletmenin bir yıllık üretim planlamasını ve buna göre elde edebileceği kâr hesaplanmıştır:

Amaç;

$$\text{Max } Z = 229080x_1 + 264040x_2 + 292720x_3 + 342520x_4$$

Kısıtlar;

Üretim kısıtı; işletme ürettiği makinelerden yıllık x_3 için en fazla 5 adet ve x_4 için en fazla 3 adet üretmek istemektedir. İşletme bu işgücü miktarını kullanarak çeşitli fuarlara makine yetiştirmek için ve işten çıkarma düşünmediği için işçilere fazla mesai de yaptırabilmektedir.

$$x_3 \leq 4$$

$$x_4 \leq 2$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 60$$

Yıllık işçi çalışma saati kısıtı; aylık mesai dâhil 28 gün, yıllık toplamda 2688 saat işçilerin üretim için maksimum çalıştıkları saati ifade etmektedir. Her bir x_1 makinesinin üretimi toplamda 48 saat, x_2 makinesinin üretimi 40 saat, x_3 makinesinin üretimi 56 saat ve x_4 makinesinin üretimi 58 saat sürmektedir.

$$48x_1 + 40x_2 + 56x_3 + 58x_4 \leq 2688 \text{ saat.}$$

Hammadde için ayrılan bütçe kısıtı; işletmenin ürettiği makineler için ayırabildiği bütçe yıllık 11500000 TL'dir. İşletmenin her bir ürünün üretimi için satın aldığı hammadde için harcadığı miktar x_1 için 166920 TL, x_2 için 184760 TL, x_3 için 208880 TL ve x_4 için 211880 TL'dir.

$$166920x_1 + 184760x_2 + 208880x_3 + 211880x_4 \leq 11500000$$

CNC Makineleri üretilen ve satılan bu işletmenin bir yıllık üretim planlamasını ve elde edebileceği kârı belirlemeye çalışalım. Üretilen 4 çeşit makinenin üretim problemini doğrusal programlama ile çözdüğümüzde; $x_1 = 0$ adet, $x_2 = 54$ adet, $x_3 = 4$ adet ve $x_4 = 2$ adet üretildiğinde işletme 16114080 TL kâr elde edebilecektir.

Doğrusal programlama ile çözüm;

Tablo 4. Problemin Doğrusal Programlama Modeliyle WinQSB Çözümü

Karar Değiş.	Çözüm Değeri	Tek Maliyet veya Profil c(j)	Toplam Katkı	Azaltılmış Maliyet	Temel Durum	Kabul Edilebilir Min. c(j)	Kabul Edilebilir Max. c(j)
X1	0	229.080,0000	0	-34.960,0000	Sınırdaki	-M	264.040,0000
X2	54,0000	264.040,0000	14.258.160,0000	0	Temel	229.080,0000	292.720,0000
X3	4,0000	292.720,0000	1.170.880,0000	0	Temel	264.040,0000	M
X4	2,0000	342.520,0000	685.040,0000	0	Temel	264.040,0000	M
Amaç fonksiyonu		(Max.) =	16.114.080,0000				

Kısıtlar	Sol taraf	Yön	Sağ Taraf	Az veya Fazla	Gölge Fiyat	Kabul Edilebilir Min. RHS	Kabul Edilebilir Max. RHS
C1	4,0000	<=	4,0000	0	28.680,0000	0	14,9320
C2	2,0000	<=	2,0000	0	78.480,0000	0	11,7227
C3	60,0000	<=	60,0000	0	264.040,0000	6,0000	61,4271
C4	2.500,0000	<=	2.688,0000	188,0000	0	2.500,0000	M
C5	11.236.320	<=	11.500.000,0000	263.680,0000	0	11.236.320,0000	M
C6	0	<=	0	0	0	0	M

Tablo 4'teki sonuçlara göre, işletme hedef kârından daha fazla kâr elde etmiş, fakat üretmesi gereken x_1 ürününden hiç üretmemiştir. İşletme piyasadaki yerini korumak ve talepleri karşılamak için x_1 ürününden belli bir adet üretmek istemektedir.

Bu problemi bulanık hedef programlama modeliyle ifade edersek;

Hedefler;

Hedef 1: İşletme yöneticisi, bir yılda "15500000 civarında bir kâr" elde etmek istemektedir.

$$229080x_1 + 264040x_2 + 292720x_3 + 342520x_4 \cong 15500000$$

Hedef 2: İşletme pazardaki payını ve talepleri karşılamak için yılda yaklaşık 18 adet x_1 makinesi üretmek istemektedir.

$$x_1 \cong 18$$

Kısıtlar;

$$x_3 \leq 4$$

$$x_4 \leq 2$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 60$$

$$48x_1 + 40x_2 + 56x_3 + 58x_4 \leq 2688$$

$$166920x_1 + 184760x_2 + 208880x_3 + 211880x_4 \leq 11500000$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Bu işletme için kâr ve üretim hedefine gösterilen tolerans miktarları işletme sahibince sırasıyla 500000 TL ve 3 adet makine olarak belirlenmiştir. Bu durumda bulanık hedeflere ilişkin üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibi ifade ederiz;

$229080x_1 + 264040x_2 + 292720x_3 + 342520x_4$ ifadesini işlem karışıklığını gidermek amacıyla "K" olarak kodlarsak;

$$\mu_{k\hat{a}r}(x) = \begin{cases} 0 & ; \text{eğer} & K \leq 15000000 \\ 1 - \frac{15500000 - (K)}{500000} & ; \text{eğer} & 15000000 \leq K \leq 15500000 \\ 1 - \frac{(K) - 15500000}{500000} & ; \text{eğer} & 15500000 \leq K \leq 16000000 \\ 0 & ; \text{eğer} & K \geq 16500000 \end{cases}$$

Bulanık karar kümesinin en yüksek üyelik derecesine sahip elemanı tespit etmek için, bulanık hedeflerin tanımlı oldukları $[b_i - d_i, b_i]$ ve $[b_i, b_i + d_i]$ aralıkları göz önüne alınmaktadır. Buna göre üyelik fonksiyonları, kâr hedefi için $[15000000, 15500000]$ ve $[15500000, 16000000]$ aralıklarında, üretim hedefinin ise $[15, 18]$ ve $[18, 21]$ aralıklarında olduğu görülmektedir. X^m vektörünün bu aralıklardan hangisinde olduğunun tespiti için $2^2 = 4$ adet doğrusal programlama problemi çözümlenmesi gerekmektedir. Bu problemlerin WinQSB programı ile tespit edilen çözüm değerleri aşağıda gösterilmiştir:

a) $229080x_1 + 264040x_2 + 292720x_3 + 342520x_4 \in [15000000, 15500000]$ ve $x_1 \in [15, 18]$ aralıkları için ifade edilen model;

$$229080x_1 + 264040x_2 + 292720x_3 + 342520x_4 = K \text{ ile ifade edelim.}$$

Max λ

Kısıtlar;

$$x_3 \leq 4$$

$$x_4 \leq 2$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 60$$

$$48x_1 + 40x_2 + 56x_3 + 58x_4 \leq 2688$$

$$166920x_1 + 184760x_2 + 208880x_3 + 211880x_4 \leq 11500000$$

$$1 - \frac{15500000 - (K)}{500000} \geq \lambda$$

$$15000000 \leq K \leq 15500000$$

$$1 - \frac{18 - (x_1)}{3} \geq \lambda$$

$$15 \leq x_1 \leq 18$$

$$\lambda \in [0, 1]$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Bu modeli şu şekilde düzenlenirse;

Max λ
 Kısıtlar;
 $x_3 \leq 4$
 $x_4 \leq 2$
 $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 60$
 $48x_1 + 40x_2 + 56x_3 + 58x_4 \leq 2688$
 $166920x_1 + 184760x_2 + 208880x_3 + 211880x_4 \leq 11500000$
 $K - 500000 \lambda \geq 15000000$
 $K \geq 15000000$
 $K \leq 15500000$
 $x_1 - 3 \lambda \geq 15$
 $x_1 \geq 15$
 $x_1 \leq 18$
 $\lambda \leq 1$
 $x_1, x_2, x_3, x_4, \lambda \geq 0$
 olur.

Tablo 5. $K \in [15000000, 15500000]$ ve $x_1 \in [15, 18]$ aralıklarında WinQSB Çözümü

Karar Değişkenleri	Çözüm Değeri	Tek Maliyet veya Profil c(j)	Toplam Katkı	Azaltılmış Maliyet	Temel Durum
X1	18.0000	0	0	-0,0699	Sınırdadır
X2	38.0000	0	0	0	Temel
X3	4,0000	0	0	0	Temel
X4	2,0000	0	0	0	Temel
Lambda	0.9898	1.0000	0,9696	0	Temel
Amaç fonksiyonu		(Max.) =	0,9696		
Kısıtlar	Sol taraf	Yön	Sağ Taraf	Az veya Fazla	Gölge Fiyat
C1	4,0000	\leq	4,0000	0	0,0574
C2	2,0000	\leq	2,0000	0	0,1570
C3	60,0000	\leq	60,0000	0	0,5281
C4	2.644,0000	\leq	2.688,0000	44,0000	0
C5	10.915.200,0000	\leq	11.500.000,0000	584.800,0000	0
C6	15.000.000,0000	\geq	15.000.000,0000	0	0
C7	15.484.800,0000	\geq	15.000.000,0000	484.800,0000	0
C8	15.484.800,0000	\leq	15.500.000,0000	15.200,0000	0
C9	15,0912	\geq	15,0000	0,0912	0
C10	18,0000	\geq	15,0000	3,0000	0
C11	18,0000	\leq	18,0000	0	0

Tablo 5'e göre optimal çözüm; $x_1 = 18, x_2 = 36, x_3 = 4, x_4 = 2, \lambda = 0,9696$ olarak elde edilmiştir.

b) $229080x_1 + 264040x_2 + 292720x_3 + 342520x_4 \in [15500000, 16000000]$ ve $x_1 \in [15, 18]$ aralıkları için ifade edilen model;

$229080x_1 + 264040x_2 + 292720x_3 + 342520x_4 = K$ ile ifade edilsin.

Max λ
 Kısıtlar;
 $x_3 \leq 4$
 $x_4 \leq 2$
 $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 60$
 $48x_1 + 40x_2 + 56x_3 + 58x_4 \leq 2688$
 $166920x_1 + 184760x_2 + 208880x_3 + 211880x_4 \leq 11500000$
 $1 - \frac{(K)-15500000}{500000} \geq \lambda$
 $15500000 \leq K \leq 16000000$
 $1 - \frac{18-(x_1)}{3} \geq \lambda$
 $15 \leq x_1 \leq 18$
 $\lambda \in [0,1]$
 $x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$

Bu modeli şu şekilde düzenlenirse;

Max λ
 Kısıtlar;
 $x_3 \leq 4$
 $x_4 \leq 2$

$$\begin{aligned}
& x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 60 \\
& 48x_1 + 40x_2 + 56x_3 + 58x_4 \leq 2688 \\
& 166920x_1 + 184760x_2 + 208880x_3 + 211880x_4 \leq 11500000 \\
& K + 500000 \lambda \leq 16000000 \\
& K \geq 15500000 \\
& K \leq 16000000 \\
& x_1 - 3 \lambda \geq 15 \\
& x_1 \geq 15 \\
& x_1 \leq 18 \\
& \lambda \leq 1 \\
& x_1, x_2, x_3, x_4, \lambda \geq 0 \text{ olur.}
\end{aligned}$$

Tablo 6. K ∈ [15500000, 16000000] ve x₁ ∈ [15, 18] aralıklarında WinQSB Çözümü

Karar Değişkenleri	Çözüm Değeri	Tek Maliyet veya Profil c(j)	Toplam Katkı	Azaltılmış Maliyet	Temel Durum
X1	17,0000	0	0	0	Sınırdadır
X2	37,0000	0	0	0	Sınırdadır
X3	4,0000	0	0	0	Sınırdadır
X4	2,0000	0	0	0	Sınırdadır
Lambda	0,6667	1,0000	0,6667	0	Temel
Amaç fonksiyonu		(Max.) =	0,6667		
Kısıtlar	Sol taraf	Yön	Sağ Taraf	Az veya Fazla	Gölge Fiyat
C1	4,0000	<=	4,0000	0	0
C2	2,0000	<=	2,0000	0	0
C3	60,0000	<=	60,0000	0	0
C4	2.636,0000	<=	2.688,0000	52,0000	0
C5	10.933.040,0000	<=	11.500.000,0000	566.960,0000	0
C6	15.853.090,0000	<=	16.000.000,0000	146.906,7000	0
C7	15.519.760,0000	>=	15.500.000,0000	19.760,0000	0
C8	15.519.760,0000	<=	16.000.000,0000	480.240,0000	0
C9	15,0000	>=	15,0000	0	-0,3333
C10	17,0000	>=	15,0000	2,0000	0
C11	17,0000	<=	18,0000	1,0000	0
C12	0,6667	<=	1,0000	0,3333	0

Tablo 6'ya göre optimal çözüm; x₁ = 17, x₂ = 37, x₃ = 4, x₄ = 2, λ = 0,6667 olarak elde edilmiştir.

c) 229080x₁ + 264040x₂ + 292720x₃ + 342520x₄ ∈ [15000000, 15500000] ve x₁ ∈ [18, 21] aralıkları için ifade edilen model;

229080x₁ + 264040x₂ + 292720x₃ + 342520x₄ = K ile ifade edilsin.

Max λ

Kısıtlar;

$$x_3 \leq 4$$

$$x_4 \leq 2$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 60$$

$$48x_1 + 40x_2 + 56x_3 + 58x_4 \leq 2688$$

$$166920x_1 + 184760x_2 + 208880x_3 + 211880x_4 \leq 11500000$$

$$1 - \frac{15500000 - (K)}{500000} \geq \lambda$$

$$15000000 \leq K \leq 15500000$$

$$1 - \frac{(x_1) - 18}{3} \geq \lambda$$

$$18 \leq x_1 \leq 21$$

$$\lambda \in [0,1]$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Bu modeli şu şekilde düzenlenirse;

Max λ

Kısıtlar;

$$x_3 \leq 4$$

$$x_4 \leq 2$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 60$$

$$48x_1 + 40x_2 + 56x_3 + 58x_4 \leq 2688$$

$$166920x_1 + 184760x_2 + 208880x_3 + 211880x_4 \leq 11500000$$

$$K - 500000 \lambda \geq 15000000$$

$$K \geq 15000000$$

$$K \leq 15500000$$

$$x_1 + 3 \lambda \leq 21$$

$$x_1 \geq 18$$

$$x_1 \leq 21$$

$$\lambda \leq 1$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, \lambda \geq 0 \text{ olur.}$$

Tablo 7. $K \in [15000000, 15500000]$ ve $x_1 \in [18, 21]$ aralıklarında WinQSB Çözümü

Karar Değişkenleri	Çözüm Değeri	Tek Maliyet veya Profil c(j)	Toplam Katkı	Azaltılmış Maliyet	Temel Durum
X1	18.9993	0	0	0	Temel
X2	37.0000	0	0	0	Sınırdadır
X3	3.0000	0	0	0	Temel
X4	0	0	0	0	Sınırdadır
Lambda	0,6669	1.0000	0,6669	0	Temel
Amaç fonksiyonu		(Max.) =	0,6669		
Kısıtlar	Sol taraf	Yön	Sağ Taraf	Az veya Fazla	Gölge Fiyat
C1	3.0000	<=	4,0000	1.0000	0
C2	0	<=	2,0000	2,0000	0
C3	58,9993	<=	60,0000	1.0007	0
C4	2.559.9670	<=	2.688.0000	58.1645	0
C5	10.634.120.0000	<=	11.500.000.0000	622.907,2000	0
C6	14.666.550.0000	>=	15.000.000.0000	0	0
C7	15.000.000.0000	>=	15.000.000.0000	333.449,8000	0
C8	15.000.000.0000	<=	15.500.000.0000	166.550,3000	0
C9	21.0000	<=	21.0000	0	0.3333
C10	18.9993	>=	18.0000	0.9993	0
C11	18,9993	<=	21,0000	2,0007	0
C12	0.6669	<=	1,0000	0,3331	0

Tablo 7'ye göre optimal çözüm; $x_1 = 19, x_2 = 37, x_3 = 3, x_4 = 0, \lambda = 0,6669$ olarak elde edilmiştir.

d) $229080x_1 + 264040x_2 + 292720x_3 + 342520x_4 \in [15500000, 16000000]$ ve $x_1 \in [18, 21]$ aralıkları için ifade edilen model;

$$229080x_1 + 264040x_2 + 292720x_3 + 342520x_4 = K \text{ ile ifade edilsin.}$$

Max λ

Kısıtlar;

$$x_3 \leq 4$$

$$x_4 \leq 2$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 60$$

$$48x_1 + 40x_2 + 56x_3 + 58x_4 \leq 2688$$

$$166920x_1 + 184760x_2 + 208880x_3 + 211880x_4 \leq 11500000$$

$$1 - \frac{(K) - 15500000}{500000} \geq \lambda$$

$$15500000 \leq K \leq 16000000$$

$$1 - \frac{(x_1) - 18}{3} \geq \lambda$$

$$15 \leq x_1 \leq 18$$

$$\lambda \in [0, 1]$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4 \geq 0$$

Bu modeli şu şekilde düzenlenirse;

Max λ

Kısıtlar;

$$x_3 \leq 4$$

$$x_4 \leq 2$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \leq 60$$

$$48x_1 + 40x_2 + 56x_3 + 58x_4 \leq 2688$$

$$166920x_1 + 184760x_2 + 208880x_3 + 211880x_4 \leq 11500000$$

$$\begin{aligned}
&K + 500000 \lambda \leq 16000000 \\
&K \geq 15500000 \\
&K \leq 16000000 \\
&x_1 + 3 \lambda \geq 21 \\
&x_1 \geq 18 \\
&x_1 \leq 21 \\
&\lambda \leq 1 \\
&x_1, x_2, x_3, x_4, \lambda \geq 0 \text{ olur.}
\end{aligned}$$

$K \in [15500000, 16000000]$ ve $x_1 \in [18, 21]$ aralıklarında WinQSB Çözümüne göre uygun çözüm bulunmamaktadır.

Narasimhan yaklaşımına göre, oluşturulan alt problemlerden en yüksek λ değerinin olduğu çözüm, bulanık hedef programlama probleminin optimal çözümü $\lambda = 0,9696$ olduğu modelde gerçekleşmektedir. Yani, işletmenin belirlediği bulanık hedeflere $\lambda = 0,9696$ iken, $x_1 = 18$, $x_2 = 36$, $x_3 = 4$, $x_4 = 2$ adet üretilmesi halinde ulaşılmaktadır. Buna göre, işletmenin yıllık elde edebileceği kâr ise; 15484800 TL (229080*18 + 264040*36 + 292720*4 + 342520*2) olarak bulunur. Bu da işletmenin hedeflediği “15500000 civarında bir kâr” hedefine oldukça yakın bir değerdir.

$$\mu_{\text{üretim}}(x) = \begin{cases} 0 & ; \text{eğer } x_1 \leq 15 \\ 1 - \frac{18-(x_1)}{3} & ; \text{eğer } 15 \leq x_1 \leq 18 \\ 1 - \frac{(x_1)-18}{3} & ; \text{eğer } 18 \leq x_1 \leq 21 \\ 0 & ; \text{eğer } x_1 \geq 21 \end{cases}$$

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmeler belirledikleri hedeflere ulaşmada tüm etki faktörlerini tam olarak belirleyememesinden ya da bu faktörlerin kesinlik içermemesinden dolayı gelecek için karar verme oldukça güç bir hal almaktadır. Karar verme problemlerinde var olan belirsizliklere karşı bulanık mantık temelli bulanık hedef programlama modeli belirsizliklere karşı esneklik sağlamaktadır. Bu esneklik karar vericiler tarafından kabul edilir tolerans değerleriyle mümkündür. Böylece karar vericilerin hedeflerine yaklaşma ihtimalleri artabilmekte ve daha gerçekçi sonuçlar ortaya çıkabilmektedir.

Bu çalışmada, bulanık hedeflerle toplam üretim planlaması yapılarak problem için iki ayrı hedef belirlenmiştir. Kurulan modeller WinQSB programı ile çözülerek optimal çözüm elde edilmeye çalışılmıştır.

Dört farklı CNC üretimi yapan işletmenin verileri doğrusal programlama modeliyle değerlendirildiğinde, $x_1 = 0$ adet, $x_2 = 54$ adet, $x_3 = 4$ adet ve $x_4 = 2$ adet üretildiğinde işletme 16114080 TL kâr elde edebileceği yönünde olmuştur. Fakat bu sonuç işletmenin pazar payını koruyabilmesi için son derece önemli ve gerekli olan x_1 makinesinin hiç üretilmemesi sonucunu vermiştir. Bu işletme hem x_1 çeşit makinenin “yaklaşık 18 adet” üretiminin sağlanmasını hem de kârının “15500000 TL civarında” olmasını hedeflemektedir. Bu iki hedefin de aynı anda gerçekleşebilmesi bulanık hedef programlama ile mümkündür.

Bu sebeple, yapılan bu çalışmada doğrusal programlamanın aksine belirlenen hedeflere de ulaşılmak istenmiştir. Buna göre, işletme eğer $x_1 = 18$, $x_2 = 36$, $x_3 = 4$, $x_4 = 2$ adet üretirse toplamda 15484800 TL kâr elde ederek işletmenin hedeflediği yaklaşık kâr ve üretmek istediği ürün adedine ulaşmıştır. Doğrusal programlama modelinin yerine hedef programlama modelinin kullanılması işletmenin hedeflerine ulaşabilmesi için bir gereklilik göstermiştir. Elde edilen bu sonuç, literatürde yapılan (Güneş & Umarusman 2003, Ertuğrul 2005, Kağnıcıoğlu 2006, Ayan 2010) birçok çalışma ile örtüşmektedir.

KAYNAKÇA

Akdeniz, A. & Aras, A. (2011). İzmir’de kurulu bir plastik işletmesinde karar vericinin optimal hedeflere odaklanmasında toplamsal model tabanlı bulanık hedef programlama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(3), 7-19, <http://hdl.handle.net/20.500.12397/5644>.

Ayan, T.Y., (2010). Toplam üretim planlaması problemi için bir bulanık hedef programlama yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 0(34), 69-90, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/66583>.

Bal, B.C., (2018). CNC makinelerinin bazı ayarlarının parça işleme süresi ve lif levhanın yüzey pürüzlülüğü üzerine etkileri. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 21-30, DOI:10.33725/mamad.427588.

Başkaya, Z. (2011). *Bulanık doğrusal programlama*. Bursa: Ekin Yayınevi.

- Cevindik, M. (2009). *Üç eksenli CNC ile mermer işlemede elektrik enerji tüketimine etki eden parametreler (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi)*. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı.
- Çelikkat, F. S. & Eroğlu, E. (2017). Araç rotalama probleminde bulanık hedef programlama yaklaşımı. *Journal of Transportation and Logistics*, 2(2), 49-64, <http://dx.doi.org/10.22532/jtl.392209>.
- Elmas, Ç. (2003). *Bulanık mantık denetleyiciler*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Eren, T., Kaçmaz, S. & Şengül, N. (2018). Hastanelerde özel hastalar için bulanık hedef programlama ile menü planlaması. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(1), 1-37, DOI: 10.20854/bujse.330745.
- Erpolat, S. (2010). Üretim planlamasında hedef programlama ve bulanık hedef programlama yöntemlerinin karşılaştırılması. *Öneri Dergisi*, 9(34), 233-246, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/maruoneri/issue/17897/187751>.
- Ertuğrul, İ. (2005). Bulanık hedef programlama ve bir tekstil firmasında uygulama örneği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 45-78, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/113037>.
- Ertuğrul, İ. & Öztaş G. Z. (2016). Ders programı oluşturulmasında 0-1 tam sayılı bulanık hedef programlama yaklaşımı. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(1), 159-177, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/185196>.
- Güneş, M. & Umarusman, N. (2003). Bir karar destek aracı bulanık hedef programlama ve yerel yönetimlerde vergi optimizasyonu uygulaması. *Review of Social, Economic & Business Studies*, (2), 242-255, <https://www.researchgate.net/publication/235996117>.
- Jones, D., Tamiz, M. & Ries, J. (2010). *New developments in multiple objective and goal programming*, Berlin: Springer-Verlag.
- Kağnıcıoğlu, C. H. (2006). Hedef programlama ve bulanık hedef programlama arasındaki ilişki. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(2), 17-38, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gaziuibfd/issue/28338/301192>.
- Kağnıcıoğlu, C. H. & Yıldız, A. (2006). 0-1 tamsayı bulanık hedef programlama yaklaşımı ile sınav görevi atama probleminin çözümü. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 413-429, <https://hdl.handle.net/20.500.12438/555>.
- Karaman, E., & Kale, S. (2007). Bulanık hedef programlama yöntemi ile süre-maliyet-kalite eniyilemesi. *Yapı Dünyası Dergisi*, 49-55, <https://ankara.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/1552.pdf>.
- Keleşoğlu, Ö. (2006). Bulanık çok amaçlı eniyileme problemlerinin genetik algoritma kullanılarak çözümü. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, (2), 102-108, <https://eds.yildiz.edu.tr/YTJENS-2006-24-2.249.pdf>.
- Kim, J. S., & Whang, K. S. (1998). A tolerance approach to the fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function. *European Journal of Operational Research*, 107(3), 614-624, [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(96\)00363-3](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(96)00363-3).
- Narasimhan, R. (1980). Goal programming in a fuzzy environment. *Decisions Sciences*, 11(2), 325- 336, <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1980.tb01142.x>.
- Orhunbilge, N. (2002). *Uygulamalı regresyon ve korelasyon analizi*, İstanbul: İ. Ü. Basım ve Yayınevi Müdürlüğü.
- Oruç, K. O. (2014). Bulanık hedef programlama ile menü planlama. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 12(23), 33-51, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yead/issue/21808/234413>.
- Özkan, M. M. (2003). *Bulanık hedef programlama*. İstanbul: Ekin Kitabevi.
- Özkan, M. & Bircan, H. (2016). Bulanık hedef programlama ile ürün hedef optimizasyonu: Yang, Ignizio ve Kim modeli. *Istanbul University Journal of The School of Business*, 45(2), 109-119, <https://cdn.istanbul.edu.tr/file/1CD58DF90A/1C95EA2371694551941C46E93226DB4B?doi=>.
- Öztürk, A. (2016). *Yöneylem araştırması*. Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Xu, X. & Newman, S. (2006). Making CNC machine tools more open, interoperable and intelligent-a review of the technologies. *Computers in Industry*, 57, 141-152, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2005.06.002>.
- Vatansever, R. (2008). *Proje planlanmasında bulanık hedef programlama yaklaşımı (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi)*. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Yaghoobi, M.A. & Tamiz, M. (2007). A note on article “a tolerance approach to the fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function. *European Journal of Operation Research*, 176, 636-640, DOI:10.1016/j.ejor.2005.06.045.

Yücesan, M. & Zengin, H. (2019). Çok ürünli üretim planlama problemlerini çözmek için MINMAX yaklaşımına dayanan bir bulanık hedef programlama modeli: mobilya imalat fabrikasında örnek bir çalışma. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(4), 141-147, <https://doi.org/10.18506/anemon.473837>.