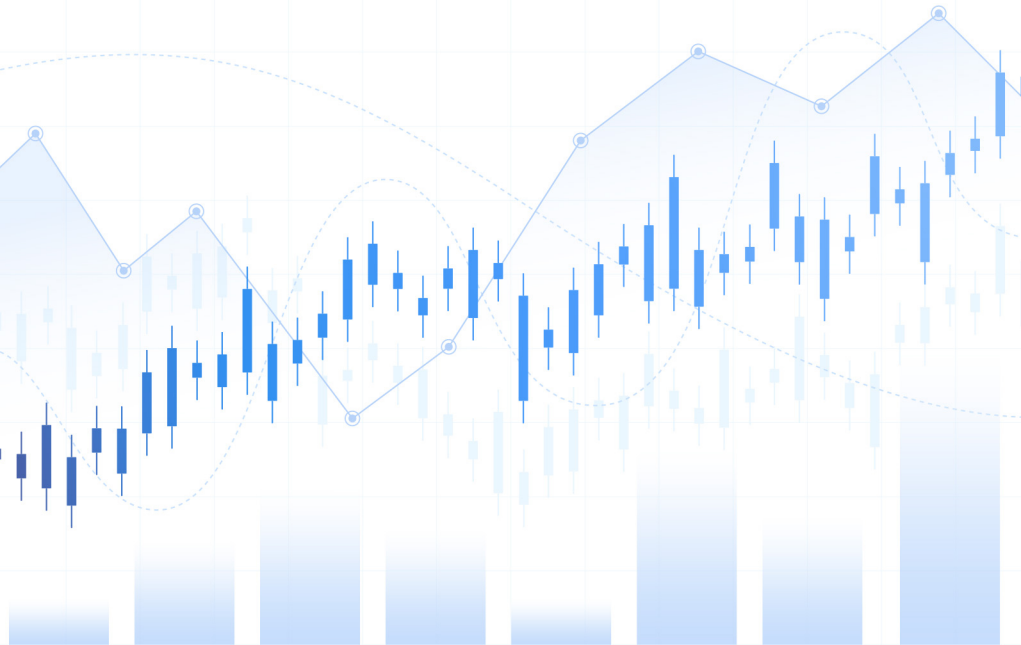


BULANIK MANTIKTA MALİYET HACİM KAR ANALİZİ: ÖRNEK UYGULAMA

Okan GARİP
Tuna Han SAMANCI



BULANIK MANTIKTA
MALİYET HACİM KAR ANALİZİ:
ÖRNEK UYGULAMA

Okan GARİP
Tuna Han SAMANCI

EĞİTİM
yayınevi

BULANIK MANTIKTA MALİYET HACİM KAR ANALİZİ:

ÖRNEK UYGULAMA

Okan Garip, Tuna Han Samancı

Genel Yayın Yönetmeni: Yusuf Ziya Aydoğan (yza@egitimyayinevi.com)

Genel Yayın Koordinatörü: Yusuf Yavuz (yusufyavuz@egitimyayinevi.com)

Sayfa Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

Kapak Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

Yayıncı Sertifika No: 47830

E-ISBN: 978-625-6382-86-2

1. Baskı, Kasım 2022

Kütüphane Kimlik Kartı

BULANIK MANTIKTA MALİYET HACİM KAR ANALİZİ:

ÖRNEK UYGULAMA

Okan Garip, Tuna Han Samancı

85 s., 135x215 mm

Kaynakça var, dizin yok.

E-ISBN: 978-625-6382-86-2

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayınevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır. Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/mekanik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.

EĞİTİM
Yayınevi

Yayınevi Türkiye Ofis: İstanbul: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Atakent mah. Yasemen sok. No: 4/B, Ümraniye, İstanbul, Türkiye

Konya: Eğitim Yayınevi Tic. Ltd. Şti., Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
+90 332 351 92 85, +90 533 151 50 42, 0 332 502 50 42
bilgi@egitimyayinevi.com

Yayınevi Amerika Ofis: New York: Egitim Publishing Group, Inc.
P.O. Box 768/Armonk, New York, 10504-0768, United States of America
americaoffice@egitimyayinevi.com

Lojistik ve Sevkiyat Merkezi: Kitapmatik Lojistik ve Sevkiyat Merkezi, Fevzi Çakmak Mah. 10721 Sok. B Blok, No: 16/B, Safakent, Karatay, Konya, Türkiye
sevkiyat@egitimyayinevi.com

Kitabevi Şubesi: Eğitim Kitabevi, Şükran mah. Rampalı 121, Meram, Konya, Türkiye
+90 332 499 90 00
bilgi@egitimkitabevi.com

İnternet Satış: www.kitapmatik.com.tr
+90 537 512 43 00
bilgi@kitapmatik.com.tr

 **kitapmatik**
İnternetteki kitapçınız

İÇİNDEKİLER

TABLolar LİSTESİ.....	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
KISALTMALAR	VII
GİRİŞ.....	9
1. TEMEL KAVRAMLAR	11
1.1. Varlık	11
1.2. Gider	11
1.3. Gelir.....	12
1.4. Harcama.....	13
1.5. Kar ve Zarar Kavramı	13
1.6. Maliyet.....	14
1.7. Hacim	15
2. GİDERLERİN SINIFLANDIRILMASI	17
2.1. Yönetim Fonksiyonuna Göre Maliyetler	17
2.1.1. Üretim Maliyetleri	18
2.1.2. Üretim Dışı Maliyetler	20
2.2. Üretilen Mamül veya Hizmete İlişkinine Göre Maliyetler	20
2.2.1. Direkt Giderler.....	21
2.2.2. Endirekt Giderler	21
2.3. Faaliyet Hacmine Duyarlılıklarına Göre Maliyetler.....	22
2.3.1. Sabit Maliyetler	22
2.3.2. Değişken Maliyetler	24
2.3.3. Karma Maliyetler.....	26
3. MALİYET-HACİM-KÂR ANALİZİ.....	28
3.1. Maliyet Hacim Kar Analizinin Yararları	30
3.2. Maliyet-Hacim-Kar Analizinin Varsayımları	31
3.3. Maliyet Hacim İlişkininin Tespitinde Kullanılan Yöntemler.....	33
3.3.1. Analitik Yöntem	33
3.3.2. Muhasebe Yöntemi.....	34
3.3.3. Matematik ve İstatistik Teknikler	35
3.3.3.1. Grafik Tekniği.....	35
3.3.3.2. En Yüksek Ve En Düşük Hacimler Tekniği	35
3.3.3.3. Çifte Ortalama Yöntemi	36
3.3.3.4. En Düşük Kareler Tekniği	36
3.4. Maliyet Fonksiyonları	36

3.4.1. Toplam Maliyet Fonksiyonu	36
3.4.2. Birim Maliyet Fonksiyonu	37
3.5. Kar Fonksiyonu	38
3.6. Güvenlik Payı ve Güvenlik Payı Oranı	39
3.7. Başabaş Noktası Analizi	39
4. BULANIK MANTIK VE BULANIK KÜME TEORİSİ	43
4.1. Bulanık Mantığın Avantaj ve Dezavantajları	47
4.2. Üyelik Fonksiyonları	48
4.3. Bulanık Çıkarım Sistemleri	49
4.3.1. Bulanıklaştırma	51
4.3.2. Veri Tabanı	51
4.3.3. Dilsel Değişkenler	52
4.3.4. Bulanık Kurallar	53
4.3.5. Durulaştırma	54
4.4. Bulanık Çıkarım Yöntemleri	55
4.4.1. Mamdani Yöntemi	55
4.4.2. Larsen Yöntemi	56
4.4.3. Tsukamoto Yöntemi	56
4.4.4. Sugeno Yöntemi	57
5. LİTERATÜR TARAMASI	59
6. BULANIK MANTIKTA MALİYET HACİM KAR ANALİZİ: BİR ÜRETİM İŞLETMESİ UYGULAMA ÖRNEĞİ	63
6.1. Çalışmanın Amacı	64
6.2. Çalışmanın Kısıt ve Sınırlılıkları	64
6.3. Çalışmanın Uygulanması	65
6.3.1. İşletmeye Ait Satış ve Maliyet Bilgileri	65
6.3.2. Bulanık Mantık Dilsel Terimleri	68
6.3.3. Bulanık Kurallar	69
7. SONUÇ	79
KAYNAKÇA	80

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Satış Gelirleri	65
Tablo 2: Maliyet Bilgileri.....	66
Tablo 3: Girdi Değişkenleri Dilsel Terimleri	68
Tablo 4: Çıktı Değişkeni Dilsel Terimleri	68
Tablo 5: Üyelik Fonksiyonları	69
Tablo 6: Bulanık Kurallar.....	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Yönetim Fonksiyonuna Göre Maliyetler	18
Şekil 2: Üretim Maliyetleri.....	18
Şekil 3: Üretim Maliyet Unsurları.....	19
Şekil 4: Mamül veya Hizmet İlişisine Göre Giderler.....	21
Şekil 5: Toplam Sabit Maliyetler.....	23
Şekil 6: Birim Sabit Maliyetler.....	23
Şekil 7: Toplam Değişken Maliyetler.....	25
Şekil 8: Birim Değişken Maliyetler.....	25
Şekil 9: Yarı Değişken Maliyetler	27
Şekil 10: Geniş Basamaklı Yarı Sabit Maliyetler	28
Şekil 11: Dar Basamaklı Yarı Sabit Maliyetler.....	28
Şekil 12: Başabaş Noktası Grafiği.....	41
Şekil 13: Bulanık Mantık Sisteminin Yapısı.....	50
Şekil 14: Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlanması	73
Şekil 15: Satış Gelirleri Üyelik Fonksiyon Tanımlaması	74
Şekil 16: Sabit Maliyetler Üyelik Fonksiyon Tanımlaması.....	74
Şekil 17: Değişken Maliyetler Üyelik Fonksiyon Tanımlaması.....	75
Şekil 18: Kar Üyelik Fonksiyon Tanımlaması	75
Şekil 19: Bulanık Kurallar.....	76
Şekil 20: Kar Çıkarımı.....	77

KISALTMALAR

TMS	Türkiye Muhasebe Standartlarına
VUK	Vergi Usul Kanunu
KP	Katkı payı
MHK	Maliyet Hacim Kar Analizi

GİRİŞ

Günümüz rekabet ortamında işletmeler hayatta kalabilmeleri için faaliyetlerinde başarılı olmak zorundadırlar. Bu başarı ise işletme kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına bağlıdır.

Kuruluşundan itibaren kar elde edebilmeyi amaçlayan işletmeler için üretilen mal veya hizmetin maliyeti ile bu mal veya hizmetin satışından elde edilen gelir arasındaki ilişki önemlidir. Dolayısıyla faaliyetlerinden kar elde edebilmeyi amaçlayan bir işletmenin uzun vade de bu karı sürdürebilmesi ve büyümesi için çalışmalıdır.

Bulduğumuz çağda işletmeler, hızla değişen koşullar altında varlıklarını sürdürebilmek, rekabet edebilmek ve kar elde edebilmek için güvenilir maliyet bilgisine ve analizine ihtiyaç duyarlar. İşletmenin maliyetlerini kontrol altında tutabilmesinin önemi ise her geçen gün daha da artmaktadır.

Küreselleşen dünyada bütün tüketiciler istediklerine diledikleri zamanda ulaşabilmeleri, şirketler arasında rekabet ortamının büyümesine neden olmuştur. Bundan dolayı hem pazarda hem de rekabet ortamı içinde avantaj sahibi olmak için şirketlerin mal üretiminden daha çok mal satışına yoğunlaşmışlardır. Bu aşamada, hizmetlerin en az maliyet ile gerçekleştirilmesi rekabet avantajı elde etmenin en doğru yolu olmuştur (Sayın ve Barman, 2020:1447).

İşletme karı üzerinde birçok faktör etkili olmaktadır. Ancak karını etkileyen en önemli unsur işletmenin faaliyet hacmi

ve üretim maliyetleridir. Bu nedenle faaliyet hacmi, üretim maliyetleri ve karlılık arasındaki ilişkinin analiz edilmesi önem kazanmaktadır.

İşletmede kar planlamasının yapılabilmesi, fiyatlama stratejilerinin seçilmesi, maliyet planlaması ve kontrolü, başabaş noktasının tespiti gibi amaçlar ile maliyet hacim kar analizi kullanılmaktadır. Maliyet hacim kar analizi, yöneticiler tarafından planlama ve kontrol sürecinde sıklıkla kullanılan analiz yöntemlerinden birisidir.

Maliyet hacim kar analizi sadece işletmede karlılığın tahmini için kullanılmaz. Bir ürünün satış fiyatının tespitinden üretimine karar verilmesine veya üretiminden vazgeçilmesine kadar bir çok konuda kullanılmaktadır.

Geleceğe dair belirsizlikler işletmelerin planlama yapmasını ve karar almasını zorlaştıran bir unsurdur. İşletmenin bu belirsizlik ortamında ise karlılıklarını tahmin etmeleri ise güçleşmektedir. Bulanık mantık yaklaşımı, belirsizlik ortamında işletmelerin karlarını tahmin etmeye yarayan bir yöntemdir. Bulanık mantık ile işletmeler faaliyet sonuçlarını önceden gerçeğe yakın olarak tahmin edebilmektedirler. Bu sayede ileriye dönük planlama yapılması kolaylaşmış olmaktadır (Aslan ve Yılmaz, 2018:535).

Yapay zekanın bir alt dalı olarak kabul edilen bulanık mantık yöntemi ile maliyet hacim kar analizinin yapılabilmesi mümkündür. Bulanık mantık aslında belirsizlik koşulları altında karar vermeyi kolaylaştıran bir yöntemdir. Belirlenen kurallar çerçevesinde sisteme tanımlanan giriş ve çıkış değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmaktadır.

Çalışmada ilk olarak faaliyet hacmine duyarlılıklarına göre maliyetler açıklanarak maliyet hacim kar analizi hakkında bilgi verilmiştir. Devamında ise bulanık mantık açıklanmaya çalışılmıştır. Uygulama kısmında, analizi yapılan işletmeye ait satış ve maliyet bilgileri kullanılarak geleneksel yöntem ve bulanık mantıkla bulunan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuç kısmında ise elde edilen bulgular paylaşılmıştır.

1. TEMEL KAVRAMLAR

Kavram, bir düşünceyi veya sistemi anlatabilmek için kullanılan, o fikrin aktarılmasında önemli rol oynayan sözcükler olup terim olarak da nitelendirilir (Abdioğlu, 2013:8). Konunun anlaşılabilirliğini sağlamak için temel kavram niteliğinde olan bazı kavramlar aşağıda sırasıyla açıklanacaktır.

1.1. Varlık

Varlık işletmenin sahip olduğu dönen ve duran varlıkların tümüdür. İşletme bilançosunda yer alan ticari mallar, nakit para, mamüller, demirbaşlar, binalar, makineler gibi iktisadi kıymetlerin bütünüdür. Türkiye Muhasebe Standartlarına (TMS) göre varlık, işletmenin geçmiş faaliyetleri nedeniyle meydana gelen ileride fayda sağlaması beklenen iktisadi değerlerdir (Abdioğlu, 2013:8).

Başka bir ifade ile işletmenin sahip olduğu her şey olarak ifade edilebilir. Burada her şey olarak nitelendirilen sadece işletmenin sahip olduğu maddi duran varlıklar değildir. Oysaki ticari alacaklar, haklar gibi maddi olmayan varlıklar da işletmenin varlığıdır (Sultanoğlu ve Özerhan, 2018:321-322).

1.2. Gider

Muhasebe açısından gider, işletmenin özkaynaklarını azaltan işlemlerdir. Hasılattan düşölerek faydası tüketilmiş olan maliyetlerdir (Ertaş, 2016:8). Gider, işletmenin gelir elde edebilmesi amacıyla faaliyetlerini sürdürebilmek için yaptığı

tüketilmiş harcamalardır. Dolayısıyla gider oluşmasının nedeni dönem hasılatının elde edilebilmesi amaçlıdır (Avder, 2012:4).

İşletmenin faaliyetlerini sürdürüp hayatta kalabilmesi için gelir elde edebilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla bu gelir elde edilebilmesi için tüketilmiş mal veya hizmetlerin gelirden düşülen kısmını oluşturmaktadır. Giderden söz edilebilmesi için faydası tüketilen maliyetler işletmenin faaliyet konusu ile ilgili olmalı ve maliyetlerin faydasının belli bir dönemde tüketilmiş olmalıdır (Savcı, 2013:7). Örneğin üretimde kullanılmak üzere satın alınmış bir hammaddenin işletmeye bir maliyeti bulunmaktadır. Satın alınan hammaddeler üretime verildiğinde bu hammaddelerin maliyeti gidere dönüşmüş olacaktır.

Bir işletmede giderden söz edilebilmesi için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekmektedir. Bu koşullar (Abdioğlu, 2013:10-11);

- Tüketilen varlık veya hizmetlerin işletme faaliyetlerinin sürdürülmesi ile ilgili olmalıdır.
- Varlık veya hizmetin ölçülebilir bir şekilde kesin olarak tüketilmiş olması gerekmektedir.
- Varlık veya hizmete ait yararların belirli bir dönemde tüketilmiş olması gerekmektedir.

İşletme de oluşan her tür maliyet uzun vade de gidere dönüşmektedir. Gidere dönülen maliyetler muhasebenin dönemseliği kavramı gereği hangi dönemde gidere dönüşmüş ise o dönem için gider sayılacaktır. İşletmenin faaliyetlerini sürdürme esansında işin olağan akışı içerisinde normal sayılacak ölçüde yapılan tüm harcamalar bir gider niteliği taşımaktadır. Ancak işletme faaliyetleri esnasında gerekli olmayan veya normal ölçüleri aşan tüketimler bir gider olarak nitelendirilmez. Bu giderler muhasebe dilinde zarar olarak ifade edilir (Özel, 2010:39).

1.3. Gelir

Tacir veya işletmenin tüm faaliyetlerinden dolayı elde ettiği hasılattır (Avder, 2012:4). Gelir kavramı hasılat ve kazanç

kavramlarının ikisini de kapsamaktadır. Gelir, işletmenin bir hesap dönemi içerisinde hissedarların katkıları dışında kalan nakit girişleri veya varlıklardaki artışlar ile borçlardaki azalışlar olarak özkaynaklarda artış yaratan olayların tümüdür (Abdioğlu, 2013:12).

1.4. Harcama

Harcama, herhangi bir amaç doğrultusunda işletme tarafından ödenen paranın, katlanılan borcun veya transfer edilen varlığın parasal ifadesidir (Avder, 2012:4). Harcama olması için sadece parasal ödeme yapılması anlaşılmalıdır. Paranın ödeme fonksiyonunu yerine getirecek her türlü varlık verme veya borç üstlenme bir harcamadır. Bu nedenle harcama kavramı gider kavramından daha geniş ve kapsamlı bir kavramdır (Özel, 2010:37).

Harcamadan söz edilebilmesi için ödemenin yapılmasına gerek yoktur. Borçlanmış olmakta yeterlidir. Satın alınan mal veya hizmet karşılığında bir ödeme vaadinde bulunmakta harcama için yeterli olacaktır. Harcama bir varlık edinimi sebebiyle yapılabileceği gibi bir giderin karşılığı olarak da yapılabilir (Abdioğlu, 2013:12).

Harcama kavramı gider ve maliyet kavramlarından daha geniş ve kapsamlı bir kavramdır. İşletmede her gider bir harcamayı içermesine karşılık yapılan her harcama bir gider niteliği taşımayabilir (Ertaş, 2016:14).

1.5. Kar ve Zarar Kavramı

İşletmelerin en temel faaliyet amacı belirli bir maliyete katlanmak şartıyla üretilen veya satılan mal ve hizmetlerin maliyetinin üzerinde bir fiyatla satılarak gelir elde edilmesidir. İşletmenin mal ve hizmet üretim veya satış gelirlerinden elde edilecek gelirler ile bunların maliyetleri arasındaki olumlu fark kar, olumsuz fark ise zarar olarak ifade edilir (Savcı, 2013:11).

Tacir veya işletmenin faaliyetleri sonucunda elde ettiği gelirler ile bu gelirleri elde edebilmek için katlanılan giderler arasındaki olumlu farka kar denilmektedir (Avder, 2012:4). İşletmenin

faaliyetlerini sürdürme esnasında katlandığı ancak gelir elde etmesiyle ilgisi olmayan veya normal ölçüleri aşan tüketimler zarar olarak tanımlanır. Başka bir ifade ile zarar işletmede ekonomik bir fayda oluşturmayan, amaçsızca ve gereksiz olarak harcanan varlıkların maliyetidir. Örneğin işletmenin üretim gerçekleştirmek için kullandığı enerji bir giderdir. Ancak üretim esnasında boşa çalışan makineler nedeniyle kullanılan enerji zarardır. Çünkü amaçsız bir kaynak tüketimi söz konusudur (Abdioğlu, 2013:13).

1.6. Maliyet

Maliyet kavramını çeşitli şekillerde tanımlamak mümkündür. Geniş anlamda maliyet kavramının tanımı, belirli bir amaca ulaşmak için katlanılması gereken fedakârlıkların parasal olarak toplamı şeklinde ifade edilebilir (Gürsoy, 1999:23).

Başka bir ifade ile maliyet, herhangi bir mal veya hizmeti elde edebilmek için doğrudan doğruya yada dolaylı olarak yapılan harcamaların toplamı şeklinde tanımlanabilir (Akdoğan, 2018:11).

Vergi Usul Kanunu (VUK) 262. maddesine göre maliyet bedeli, iktisadi kıymetin elde edilmesi veya değerinin arttırılması nedeniyle yapılan ödemeler ve bunlarla ilgili bilimum giderlerin toplamı olarak ifade edilir (Akgün, 2017:29).

Yukarıdaki tanımdan da anlaşılacağı üzere mal veya hizmetler elde edilinceye kadar katlanılan fedakarlıkların para ile ölçülebilir olması gerekmektedir. Ticari bir işletmede satın alınan bir mal için ödenen bedele ilave olarak taşıma, sigortalama, komisyon, depolama, hamaliye giderleri için yapılan ödemelerin toplamı o malın maliyetini oluşturmaktadır. Bir üretim işletmesi için ise bu durum bir mamül meydana gelinceye kadar üretimle ilgili tüm giderler ürünün maliyetini oluşturmaktadır (Yükçü, 2015:40). Maliyet, üretim sürecinde katlanılmış ise üretim maliyeti, ticari bir işletme de mal satışı aşamasında katlanılmış ise ticari maliyet olarak nitelendirilir (Ertaş, 2016:14).

Maliyet ve gider kavramları arasındaki yakın ilişki nedeniyle bu iki kavramın birbiri ile karıştırıldığı görülmektedir. Gider, gelirden elde etmek için tüketilmiş maliyetler olarak ifade edebiliriz. Yani maliyetlerin gidere dönüşmesi için faydasının tükenmiş olması gerekmektedir (Savcı, 2013:9). Faydası tükenmiş maliyetler dönem sonunda bilanço ve gelir tablosunda kar/zarar olarak yansırken, faydası tükenmemiş maliyetler dönem sonunda yarı mamül, mamül olarak gelecek dönemlere aktarılırlar. Bu nedenle faydası tükenmemiş maliyetler işletmede gelir yaratması beklenen maliyetler olarak ifade edilir (Ertaş, 2016:14).

1.7. Hacim

İşletmede faaliyet hacmi, iş hacmi, çalışma hacmi gibi isimlerle kullanılan hacim kavramı işletmenin mevcut kapasitesinin en verimli şekilde kullanılması olarak tanımlanabilir. İşletme faaliyetlerinin bir ölçüsünü ifade etmek için kullanılan hacim kavramı bazen kapasite kavramı ile aynı anlamda kullanıldığı görülmektedir. Hacim, kapasite kavramı ile yakın bir ilişki içerisinde. Kapasite, işletmenin sahip olduğu varlıkları kullanarak mal ve hizmet üretiminde üretim veya satış potansiyeli olarak ifade edilebilir. Başka bir ifade ile kapasite, işletmenin faaliyetleri sonucu üretilen ürünlerin veya sunulan hizmetlerin oranı olarak ifade edilebilir (Topcu, 1997:65).

Hacim, işletmenin belli bir dönemdeki çalışma yoğunluğunun ölçüsü olarak kullanılan bir kavramdır. İşletmede faaliyet hacmi belli bir faaliyet ölçüsü esas alınmak suretiyle tespit edilir. Faaliyet ölçüsünün seçiminde, gider çeşitleri arasındaki uyumun yüksek düzeyde olması ve buna göre seçilmesi önemlidir (Birkan Yılmaz, 2015:4-5). Örneğin bir işletmedeki her hangi bir üretim kısmında oluşan maliyetler ile faaliyet hacmi arasındaki ilişkinin incelenmesinde söz konusu üretim kısmının çalışma süresi yada üretim miktarı veya esas alınacak bir başka ölçü kullanılarak maliyetlerin ne oranda değiştiği tespit edilir. İşletme bir bütün olarak ele alındığında ise faaliyet hacmi, üretilen veya satılan mamül adedi, toplam satış gelirleri veya üretilen mamüllere ait

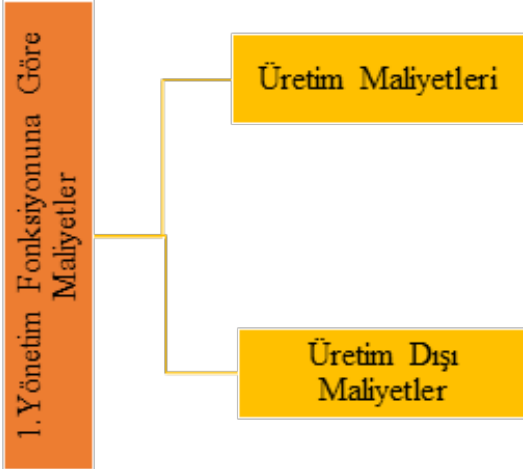
satış değerleri gibi ölçüler kullanılmaktadır. Kullanılacak faaliyet ölçüsü seçilirken o çalışma birimine uygun ve maliyetler ile en çok etkileşimi olan ölçü olmasına dikkat edilmelidir (Kılıç, 2002:11).

2. GİDERLERİN SINIFLANDIRILMASI

Maliyet muhasebesinin amaçları doğrultusunda maliyetlerin çeşitli faktörlere göre sınıflandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Genel olarak bu sınıflandırmalar; yönetim fonksiyonlarına göre (üretim giderleri, üretim dışı giderler), üretilen mamül veya hizmet ilişkisine göre (direkt ve indirekt giderler), fonksiyonlarına göre (üretim giderleri, ar-ge, pazarlama, genel yönetim, finansman giderleri), faaliyet hacmine duyarlılıklarına göre (sabit, değişken ve yarı değişken giderler) gibi yapılabilmektedir (Ertaş, 2016:17-18). Aşağıda bu maliyetler sırası ile açıklanmıştır.

2.1. Yönetim Fonksiyonuna Göre Maliyetler

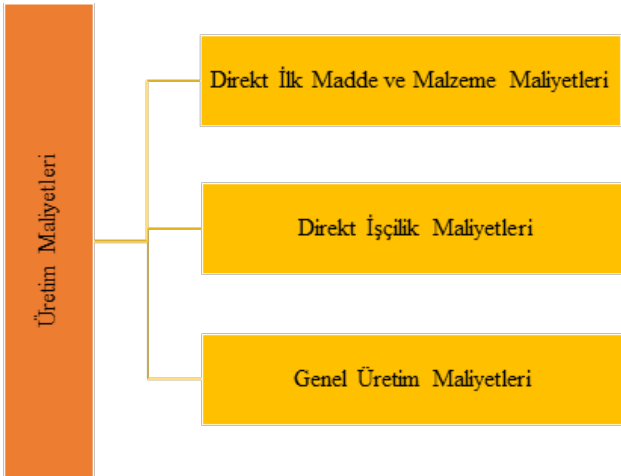
Yönetim fonksiyonuna göre maliyetler üretim maliyetleri ve üretim dışı maliyetler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bu maliyetler aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1: Yönetim Fonksiyonuna Göre Maliyetler

2.1.1. Üretim Maliyetleri

İşletmenin üretim sürecinde katlanmak zorunda olduğu maliyetlerden oluşmaktadır. Üretim Maliyetlerini temel olarak üç grup altında toplamak mümkündür. Bunlar; Direkt İlk Madde ve Malzeme Maliyetleri, Direkt İşçilik Maliyetleri, Genel Üretim Maliyetleridir.



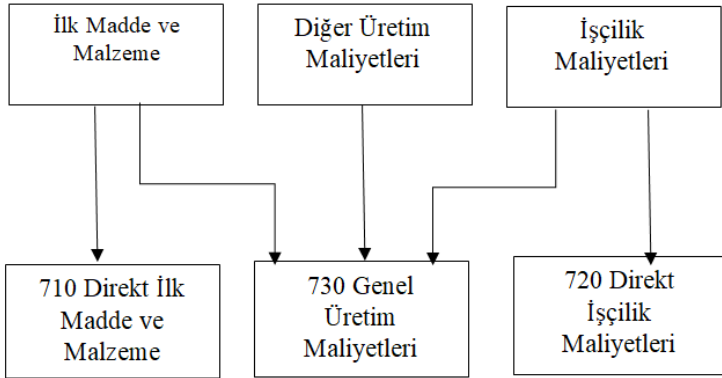
Şekil 2: Üretim Maliyetleri

Direkt ilk madde ve malzeme maliyetleri, üretilen mamülün bünyesine giren ve ürünün üretiminde temel maddelerin maliyetleridir. Örneğin çimento üretiminde alçı, takım elbise üretiminde kumaş, şeker üretiminde şeker pancarı direkt ilk madde ve malzemedir.

Direkt işçilik maliyeti ise ürünün üretimine bizzat katılarak doğrudan doğruya ürünün üretim sürecinde çalışan işçilerin ücretlerini takip etmek için kullanılan maliyet türüdür.

Genel üretim maliyetleri ise üretimle alakalı olmak şartıyla direkt ilk madde ve malzeme ile direkt işçilik maliyetleri dışında kalan diğer maliyet kalemlerinin takibi için kullanılır.

İşletmelerde üretilen mamül maliyetlerinin doğru tespit edilebilmesi için bu üç maliyet unsurunun üretilen mamüllerle doğrudan ilişkisinin kurulması gerekmektedir. Buna göre ilk madde ve malzeme, işçilik ve diğer üretim maliyetlerinin üretilen mamülle ilişkisini gösteren şekil aşağıda verilmiştir (Ertaş, 2016:19-20).



Şekil 3: Üretim Maliyet Unsurları

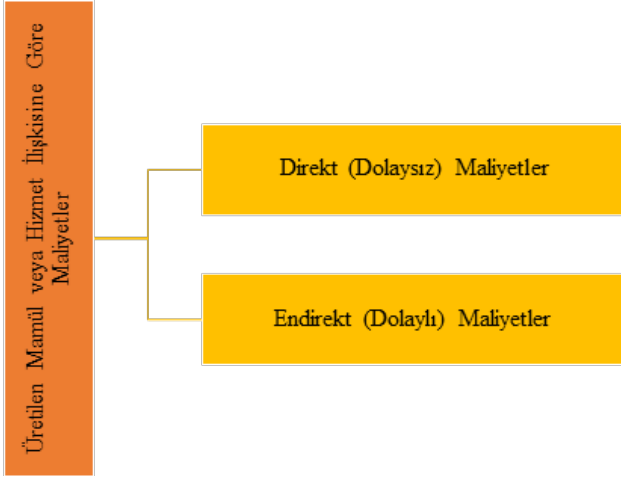
Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı üzere üretim maliyetleri üretilen ürün ile tekrar ilişkilendirilerek 710/720/730 hesaplarında tekrar sınıflandırılmıştır.

2.1.2. Üretim Dışı Maliyetler

Belirli bir seviyeye ulaşmış firmalar ürettikleri ürün veya hizmet standartlarında birbirlerine çok yaklaşık kalite standardını yakalayabilmektedir. Rekabet ortamında var olabilmek için tüketiciyi kendi markalarına çekecek başka yollar bulmaları gerekmekte ve bununla birlikte maliyeti başka kalemlerde düşürmeleri gerekmektedir (Sayın ve Irklı, 2020:552). Bu grupta yer alan maliyetler işletmenin üretim maliyetleri dışında olup pazarlama satış maliyetleri ve genel yönetim maliyetleri olarak iki grupta toplanan maliyetlerdir. Pazarlama ve satış maliyetleri satılan mamülün dağıtımı ve pazarlaması sürecinde oluşan maliyetleri kapsamaktadır. Örneğin reklam giderleri, satış komisyonları gibi. Genel yönetim giderleri ise işletmenin tüm yönetim faaliyetini kapsayan maliyetlerdir. Örneğin büro giderleri, kırtasiye harcamaları gibi (Ertaş, 2016:20).

2.2. Üretilen Mamül veya Hizmete İlişisine Göre Maliyetler

Mamül veya hizmete yüklenmesine göre giderler üretim giderleriyle ilgili bir ayrımdır. Üretim esnasında çeşitli giderler oluşmaktadır. Bu giderlerin bir kısmı üretilen mamül veya hizmete doğrudan yüklenebilirken bazılarının üretilen mamül veya hizmete doğrudan yüklenebilmesi imkansız veya zordur. Üretilen mamül veya hizmet ilişkisine göre maliyetler direkt ve indirekt başka bir ifade ile dolaylı ve dolaysız olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu ayrım aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (Lazol, 2016:10).



Şekil 4: Mamül veya Hizmet İlişkisine Göre Giderler

2.2.1. Direkt Giderler

Direkt (Dolaysız) giderler, üretilen mamül veya hizmetin bünyesine giren ve hangi mamül veya hizmet için ne kadar katlanıldığı doğrudan tespit edilbilen giderlerdir. Takım elbise üretimi yapan bir atölyede takım elbisenin kumaşı veya takım elbiseyi kesip, diken, ütöleyen yani birebir üretiminde çalışan işçinin maaşı direkt (dolaysız) giderlere örnek verilebilir.

2.2.2. Endirekt Giderler

Endirekt (Dolaylı) giderler, üretilen mamül veya hizmetin bünyesine giren, ancak bunların üretiminde ürün bazında ne kadar kullanıldığı doğrudan tespit edilemeyen giderlerdir. Bu giderler üretilen mamül veya hizmetlere dağıtım yoluyla ürünün bünyesine yüklenebilen giderlerdir. Takım elbise üretiminde kullanılmış olan iplik, üretimde kullanılan makinelerin amortismanları, bakım giderleri, üretim yeri sigorta ve kira bedelleri, üretim sırasında harcanan elektrik giderleri endirekt (dolaylı) giderlere örnek verilebilir.

2.3. Faaliyet Hacmine Duyarlılıklarına Göre Maliyetler

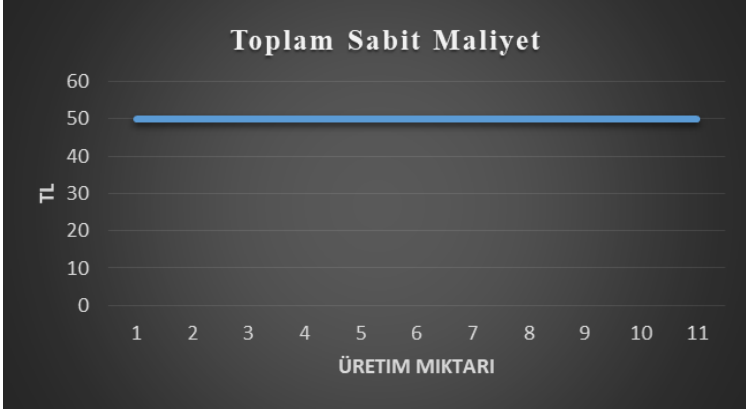
Faaliyet hacmi ile ilişkisi açısından maliyetler, faaliyet hacminde meydana gelen değişikliklere göre farklılık gösteren maliyetlerdir. Bir işletmedeki tüm maliyet unsurları uzun vadede değişim göstermektedir. Ancak kısa vadede bazı maliyet unsurları faaliyet hacmine bağlı olarak değişiklik göstermekte veya sabit kalmaktadır (Doğan, 2018). Faaliyet hacmine göre maliyetleri; değişken, sabit ve karma maliyetler olmak üzere üç grupta toplanmaktadır.

2.3.1. Sabit Maliyetler

Bazı maliyetler, işletmenin faaliyet düzeyi ne olursa olsun değişmezler. Bunlara sabit maliyetler denilmektedir (Weetman, 2013:464). Belli bir zaman diliminde toplam faaliyet veya üretim hacimi seviyesindeki geniş değişikliklere rağmen değişmeden kalan maliyetlerdir (Horngren vd., 2012:31). Üretim hacmindeki değişmelerden etkilenmemesi nedeniyle kira, amortismanlar ve sigorta gibi giderler sabit giderlere örnek verilebilir.

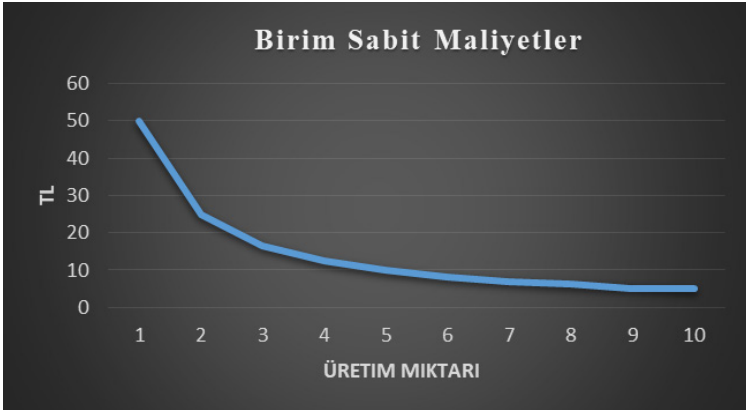
Sabit maliyetler, belirli bir dönem içerisinde toplamda sabit kalırken, birim başına sabit maliyetler üretimin ilk yıllarında hızla düşüş gösterirler. Bu düşüş hızı üretimin sayısı arttıkça yavaşlamaktadır. Bu nedenle işletmede kapasite kullanımı ve giderler arasındaki ilişkinin analizi için yararlanılan bir araç olmaktadır (Lazol, 2009:12). Buradan hareketle sabit maliyetlerin iki önemli özelliğinin olduğu söylenebilir. Bunlar; kısa dönemde sabit oluşları ve üretim hacminden etkilenmemeleridir.

Toplam sabit maliyetler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi belli bir dönemde üretim hacmindeki değişikliğe bağlı olarak değişiklik göstermezler. İşletme üretim yapsa da yapmasa da toplam sabit maliyetlere katlanmak zorundadır. Hiç üretim yapmasa da binlerce üründe üretilse toplamda katlanılması gereken sabit maliyet değişmeyecektir. Bu nedenle toplam sabit düz bir doğru şeklinde görülecektir.



Şekil 5: Toplam Sabit Maliyetler

Birim sabit maliyetler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi üretim miktarı artmasına bağlı olarak birim başına azalmaktadır. Dolayısıyla üretimin artması toplam sabit maliyetlerin daha fazla paraçaya bölünmesini sağladığı için birim başına sabit maliyetler azalmaktadır.



Şekil 6: Birim Sabit Maliyetler

Sabit giderler, belirli bir dönem içerisinde toplamda sabit olarak kalır. Birim sabit maliyetler ise başlangıçta hızla düşerken, üretim miktarı arttıkça birim başına sabit maliyetlerin düşüş hızları yavaşlamaktadır. Bu nedenle sabit giderlerin

analizi belirli bir aralık varsayımına dayanılarak yapılmaktadır (Lazol, 2009:12).

Sabit maliyetler işletme tarafından yönetilebilen ve yönetilemeyen sabit maliyetler olmak üzere ikiye ayrılabilir. İşletme yönetiminin müdahalesi ile ortadan kalkmayan ve işletmenin katlanmak zorunda kaldığı giderler yönetilemeyen sabit maliyetler olarak ifade edilir. Yönetilemeyen bu sabit maliyetlere yapısal maliyetler veya kaçınılamaz maliyetler olarak da adlandırılmaktadır. İşletme yönetiminin müdahalesi ile ortadan kaldırılabilen maliyetler yönetilebilen maliyetler olarak adlandırılır. Bu maliyetlere programlanmış maliyetler veya kaçınılabılır maliyetler de denilmektedir. Yönetilebilen bu maliyetlerin en önemli özelliği ortadan kaldırılabilmesinin mümkün olmasıdır (Özen, 2020:911).

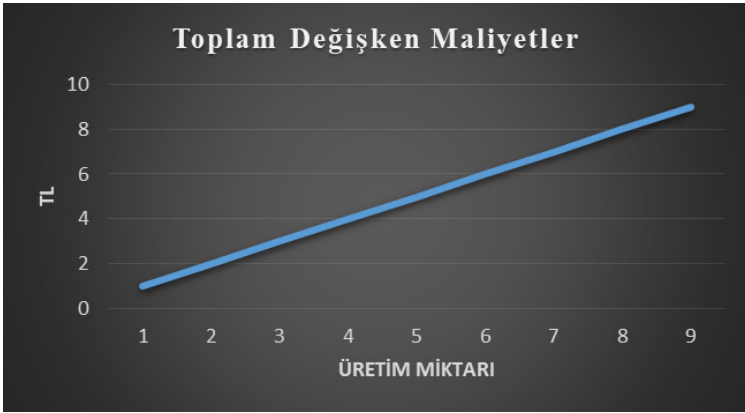
2.3.2. Değişken Maliyetler

Maliyetler, işletmenin faaliyet düzeyi değiştikçe farklı şekillerde davranırlar. Bazı maliyet kalemleri artan faaliyet düzeyine göre doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu maliyetlere değişken maliyet denilmektedir (Weetman, 2013:464). Değişken maliyetler, faaliyet hacmine bağlı olarak doğrudan doğruya artış gösterebilen maliyetlerdir. Bu maliyetler toplam olarak düşünüldüğünde işletmenin faaliyet hacmi arttıkça artan bir özellik gösterirken birim başına değişken maliyetler ise sabit kalacaktır (Ertuş, 2016: 27). Değişken giderlere direkt işçilik giderleri, direkt ilk madde ve malzeme giderleri örnek olarak gösterilebilir (Lazol, 2009:13).

Örneğin araba üretimi yapan bir işletme ürettiği her araca bir direksiyon takacaktır. Direksiyonun birim maliyetinin de 1.000TL olduğunu varsayalım. İşletmede araç üretimi arttıkça kullandığı direksiyon sayısı da artacaktır. 100 araç üretimi yaptığında maliyeti 100.000TL iken 10.000 araç üretiminde toplam maliyeti 10.000.000 TL olacaktır. Örnekten de anlaşıldığı üzere üretimin artıp artmamasına göre toplam değişken giderler değişiklik göstermektedirler.

Değişken maliyetin en önemli özelliği işletme hiç üretim yapmadığı takdirde bu maliyetler de sıfır olacaktır. Değişken maliyetler üretim hacmindeki değişikliklerden farklı düzeylerde etkilenirler (Özen, 2020:911).

Toplam değişken maliyetler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi üretim hacminin artmasına bağlı olarak artış gösteren giderlerdir.



Şekil 7: Toplam Değişken Maliyetler

Birim değişken maliyetler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi düz bir doğru olacaktır. Çünkü bir ürünün üretimde kullanılan birim değişken maliyet girdi maliyetleri artmadığı sürece aynı kalacaktır.



Şekil 8: Birim Değişken Maliyetler

Değişken maliyetler, birim başına sabit kalan maliyetlerdir. İşletme, üretim miktarını arttırdıkça üretilen birim sayısı da değişiklik göstereceği için toplam değişken maliyetler de değişecektir (Avder, 2012:25). Birim değişken maliyetler belli bir süre zarfında sabit kalacaklardır. Ancak girdi maliyetlerinde yaşanacak bir değişiklik birim değişken maliyetlerinde değişmesini sağlar. Örneğin kek üretimi yapan bir işletme için kullanıldığı malzeme ve işçilik ücretleri sabit katlıği sürece birim değişken maliyet hep sabit kalacaktır. Ancak bu maliyetler de yaşanacak bir artış veya azalış birim değişken maliyeti de değiştirecektir. Bu nedenle birim değişkenin sabit kalması girdi maliyetlerinin değişmemesi şartına bağlıdır.

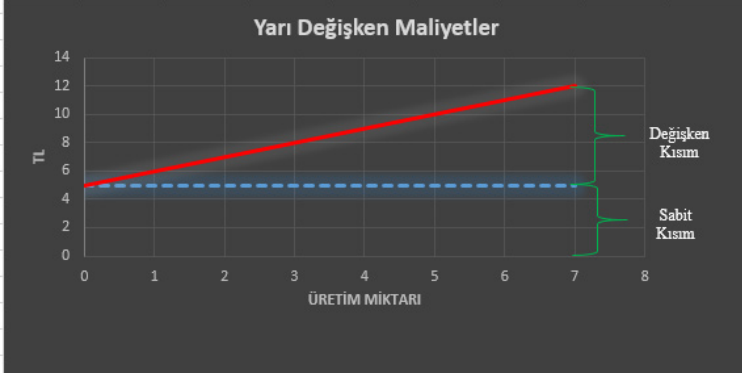
2.3.3. Karma Maliyetler

Karma maliyetler, hem sabit hemde değişken maliyet özellikleri gösterebilen maliyetlerdir. Bu maliyetlerde sabit ya da değişken olma özelliklerinden hangisinin ağır bastığına göre yarı değişken maliyet veya yarı sabit maliyet olarak gruplandırılabilir (Doğan, 2018:13). Faaliyet hacminin sıfır olduğu noktada bu maliyetler sıfır değildir (Savcı, 2013:85).

İşletmenin üretim sürecinde toplam üretim maliyeti karma maliyet niteliği taşımaktadır. Üretim maliyetlerinin bir kısmının sabit bir kısmının ise değişken nitelikte olması nedeniyle toplam maliyetler karma maliyetler olarak nitelendirilir (Özen, 2020:912).

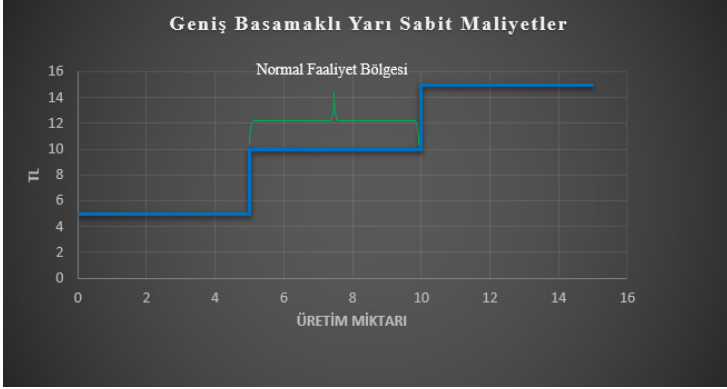
Yarı Değişken Maliyetler: Direkt ilk madde ve malzeme ile direkt işçilik maliyetleri faaliyet hacmi ile doğrudan doğruya bağlı olan maliyetlerdir. Yarı değişken olan maliyetler ise faaliyet hacmindeki değişikliklerden kısmen bağımlı olan maliyetlerdir(Civelek ve Özkan, 2008:527). Bu maliyetler, kapasite içerisinde belirli bir faaliyet aralığı içinde sabit olarak kalan, fakat faaliyet aralıklarının dışarısına çıkıldığında sıçramalar gösteren maliyetlerden oluşur(Büyükmirza, 1995). Örneğin bir pazarlama elemanına ödenen ücret, maaş ve satışların belirli bir yüzdesinden oluşuyor ise tipik bir yarı değişken maliyet söz konusudur. Böyle bir durumda ödenen

maaş toplam ücretin sabit kısmını oluştururken; pazarlama elemanının satış hacmine bağlı olarak ödenen yüzdelik kısım ise değişkenlik gösterecektir (Civelek ve Özkan, 2008:527). Yarı değişken maliyetlerin grafik gösterimi aşağıda verilmiştir.



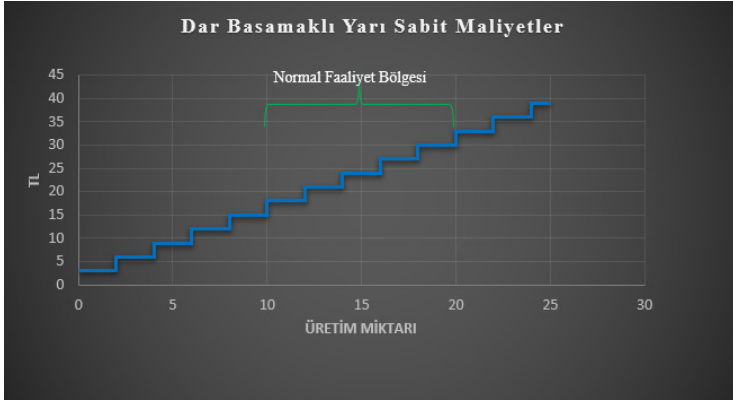
Şekil 9: Yarı Değişken Maliyetler

Yarı Sabit Maliyetler: Belirli bir faaliyet aralığında sabit kalmakla beraber bu faaliyet aralığı aşılmaması durumunda bir sıçrama değişikliği gösteren maliyetler Yarı Sabit Maliyetler olarak ifade edilmektedir. Sabit maliyetlerin bu karakteri hiçbir maliyetin mutlak suretle sabit kalmayacağını göstermektedir. Bu nedenle sabit maliyetlerin tutarı belirlenirken mutlak surette çalışılacak faaliyet dönemi aralığı belirlenmesi gerekmektedir (Civelek ve Özkan, 2008:528-529). Bu maliyetlerin grafik üzerindeki gösteriminin merdiven şeklinde olması nedeniyle “basamaklı giderler” olarak da ifade edilmektedir. Basamak aralıklarının genişliği dikkate alınarak dar ve geniş basamaklı sabit maliyetler olarak ikiye ayrılmaktadır. Normal faaliyet döneminin aşılmasıyla oluşan yarı sabit maliyetler aşağıdaki şekildeki gibi geniş basamaklı yarı sabit maliyetler olarak gösterilmektedir.



Şekil 10: Geniş Basamaklı Yarı Sabit Maliyetler

Normal faaliyet bölgesi içerisinde bulunmak ile birlikte belirli üretim miktarının gerçekleşmesi ile sıçrama göstererek oluşan yarı sabit maliyetler aşağıdaki şekildeki gibi “Dar basamaklı yarı sabit maliyetler” olarak gösterilmektedir.



Şekil 11: Dar Basamaklı Yarı Sabit Maliyetler

3. MALİYET-HACİM-KÂR ANALİZİ

Maliyet- hacim kar analizi, bir işletmenin belli bir süre içerisinde ve belli bir faaliyet aralığında gelirleri, maliyetleri ve karları arasındaki ilişkileri sistemli olarak incelenmesidir. Bu boyutuyla işletmenin faaliyet hacmi, birim satış fiyatı, değişken ve sabit maliyetler de meydana gelecek değişimlerin, toplam

gelir, toplam maliyet ve faaliyet karına etkisini inceleme fırsatı veren bir analizdir. İşletmelerin faaliyet planlaması yapabilmeleri için karı üzerinde etkili olan faktörler özenle incelenmelidir (Birkan Yılmaz, 2015:3).

Maliyet hacim kar analizi, işletmenin etkinlik hacmi ile karı arasındaki ilişkileri ortaya koyan kar fonksiyonunun incelenmesidir. Maliyet hacim kar analizi satılan mamullerin fiyatları, birim değişken maliyetleri, sabit maliyetler, satış karşısındaki değişimlerin karı etkileme derecesi gösteren bir analizdir. Bu analiz işletmenin sabit ve değişken maliyetlerinin ayrılması ve analiz edilmesine imkanda sunmaktadır (Kartal, 1985:5).

Maliyet hacim kar analizleri işletmede çoğunlukla yönetim muhasebesi kapsamında kullanılan bir analiz yöntemidir. İşletmede planlama ve karar verme aşamalarında kullanılır (Şenel, 1990:6).

Maliyet hacim kar (MHK) analizi, işletmeye ait gelirler ile satış yapısı, üretim hacmi ve kar arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu analiz, işletmelerde kısa dönemli kar planlaması için yaygın olarak kullanılan önemli bir yöntemdir. İşletme yöneticileri için başabaş analizi, ürün fiyatlandırma stratejisi, sipariş kabulü, ürün satış karmasının seçimi gibi özel durumlarda dahi kullanılması mümkün olan bir tekniktir (Doğan , 2018:26-27).

Maliyet hacim kar analizinin en temel amacı, işletmenin belirli bir faaliyet düzeyinde veya yaşanabilecek hacim dalgalanmaları sonucunda finansal durumunun bundan nasıl etkileneceğini tespit etmek için kullanılan bir yöntemdir (Anita ve Liana, 2010:463).

Bir işletmenin karı, satışlarına ve maliyetlerinin davranışlarına göre şekillenmektedir. Planlanmış olan ve gerçekleşen kar arasındaki fark, maliyetlerdeki, satış fiyatlarındaki ve hacimdeki dalgalanmalara bağlıdır. Tüm bu karmaşık ilişkilerin tanımlanması yöneticilerin planlama ve kontrol sürecinde başarılı olmasını sağlayacaktır. Bu nedenle güvenilir bir maliyet tahmini yapabilmek önem arz etmektedir (Yuan, 2009:1156).

Temelleri oldukça eskiye dayanan maliyet hacim kar analizleri, işletmelerin finansal durumunun tespitinde ve karar almada sağladığı kolaylıklar nedeniyle halen işletme yöneticileri tarafından kullanılan bir yöntemdir (Ekergil, 2017:489).

MHK analizi, işletmenin faaliyet hacmi ve satışları arasındaki ilişkiye dayanmaktadır (Anita ve Liana, 2010:463). Maliyet hacim kar analizi ile işletmenin satış miktarı, ürünün satış fiyatı, sabit ve değişken giderlerinin işletme karı üzerindeki etkileri analiz edilmektedir. Üretim ve satışla ilgili olan bu faktörlerin işletme karı üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunun bilinmesi, yöneticilerin kar planlaması yapmasında kolaylık sağlayacaktır (Kaygusuz, 2011:173). Başka bir ifade ile MHK, işletmenin faaliyet hacmi, satış fiyatı, değişken maliyetleri ve sabit maliyetlerinde meydana gelecek bir değişikliğin işletmenin karı ve maliyetleri üzerinde nasıl etki edeceğini ortaya koyan bir yönetim aracıdır (Gündüz, 2008:241).

MHK analizi ile tek bir ürüne ait başabaş noktası tespit edilebileceği gibi belirsizlik ortamında veya birden çok ürünün başabaş noktası analizinde de kullanılabilir. MHK analizi; kar duyarlılık analizi, faaliyete dayalı maliyetleme, kısıtlar teorisi, sermaye bütçelemesi, nakit akışı, performans ölçümü gibi karar almaya yönelik pek çok stratejik maliyet yönetimi konuları ile birlikte kullanılabilir. Bu nedenle de güncelliğini sürekli koruyan bir teknik olduğu söylenebilir (Ekergil, 2017:489).

3.1. Maliyet Hacim Kar Analizinin Yararları

Maliyet hacim kar analizleri işletmelerde karar aşamasında sıklıkla kullanılan analiz yöntemlerinden birisidir. Özellikle imalat kararları, fiyatların saptanması, dağıtım kanallarının belirlenmesi, bizzat üretilmesi veya üretmek yerine satın alınması, sermaye yatırımı kararları ve buna benzer karar vermede işletme yönetimine yardımcı olan bir analizdir. Bu analiz işletme faaliyetlerinde kontrol sağlama, işletmenin geçmiş dönem performansının değerlendirilmesi ve gelecek faaliyetlerinin planlanmasına yardımcı olacaktır. Bu açıdan

bakıldığında maliyet hacim kar analizlerinin işletme yönetimine sağlayacağı yararları aşağıdaki gibi sıralamak mümkün olacaktır (Tireci, 1998:16-17):

- İşletmenin kara geçebileceği azami iş hacminin tespit edilmesini sağlamaktadır.
- Çeşitli iş hacmi düzeyinde üretilen mamüllerin birim maliyetlerinin saptanmasını sağlamak,
- Satılan mamüllerin satış fiyatının belirlenmesini sağlamak,
- Üretilen mamüller arasında işletmeye en çok karı bırak ürünün tespit edilmesini sağlamak,
- Satış hacmi, birim satış fiyatı veya faaliyet karından her hangi birinin değişmesi diğerlerine nasıl bir etki ettiğini tespit edebilmek,
- İş hacmi, üretim maliyetleri ve satış fiyatında yaşanacak değişikliğin kara geçiş noktasına olan etkiyi tespit edebilmek,
- Önceden planlanmış kara geçiş noktası ve fiili sonuçlar arasında karşılaştırma yapılmasını sağlamak. Bu sayede yönetim etkinliğini arttırabilmek,
- Planlanan ve gerçekleşen sonuçlar arasında fark var ise bu farkları yaratan sebeplerin tespit edilmesini sağlamak,
- Yeni yatırımlara ait emniyet marjının hesaplanması ve yeni yatırımın olması gereken asgari üretim kapasitesinin belirlenmesi,
- İşletme sermayesi gereksiniminin ortaya koyulmasını sağlamak,

3.2. Maliyet-Hacim-Kar Analizinin Varsayımları

MHK analizi bazı varsayımlara dayandırılarak uygulanması gerekmektedir. Dayandırılan varsayımlar çok gerçekçi olmayabilir. Ancak burada önemli olan husus, kullanılabilir, faydalı ve hatalı sonuçlara yol açmayan bir aracın elde edilmesi durumudur. Araştırmacılar bu varsayımlar ile analizin çerçevesini oluşturmaktadır (Akmeşe ve Kaya, 2017:1842). Bu

varsayımlar dikkate alınmadığı takdirde ciddi analiz hatalarına neden olabilir (Anita ve Liana, 2010:463). Buna göre MHK analizinin dayandığı varsayımlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Gündüz, 2008:258-259; Anita ve Liana, 2010:464):

- İşletmenin tüm maliyet kalemleri sabit ve değişken maliyet olmak üzere iki grupta toplanabildiği varsayılr. Maliyetlerin sabit ve değişken öğelerine doğru bir şekilde ayrılabilmesi gerekmektedir. Yarı değişkenlik özelliği gösteren sabit ve değişken maliyetler ise yarı değişken maliyetlerin tam değişken yarı sabit maliyetlerin ise tam sabit maliyet olduğu varsayılmaktadır.
- İşletmenin hem maliyetlerinin hemde gelirlerinin belirli bir faaliyet hacmi aralığında birbiri ile ilişkili olduğu varsayılr. İktisatçılar için ise faaliyet hacminde yaşanan bir değişiklikte gelir ve maliyetlerin doğrusal olmayan bir değişime neden olduğu varsayılr. Bu nedenle ilgili üretim aralığında birim değişken maliyetlerin ve satış fiyatlarının sabit kalacağı varsayılr.
- MHK analizleri kısa vadeli bir zaman dilimi için uygulanır. Uygulama yapılan zaman diliminde toplam sabit maliyetlerin değişiklik göstermeyeceği varsayılr.
- Maliyet hacim kar analizinin yapılabilmesi için analiz yapılan işletmenin tek bir ürün satılır veya bir ürün yelpazesi satışı sözkonusu ise önceden belirlenmiş bir satış karması uygulanacaktır. Bu durumda toplam satış içerisinde ürün karmasının oranının analiz yapılan dönem içerisinde değişmeyeceği kabul edilir.
- İşletmenin üretmiş olduğu mamüller ile satmış olduğu mamüllerin birbirine eşit olduğu kabul edilir.
- Analiz yapılan dönem içerisinde enflasyonun etkisinin olmadığı varsayılmaktadır.

MHK analizi basit bir takım hesaplamalara dayanmasına rağmen işletmenin gelecek satış ve karlılık potansiyelini görebilmesi adına yararlı bir araçtır. Bilindiği üzere işletmenin

karı üzerinde maliyetlerin ve faaliyet hacminin önemli bir etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle belli bir faaliyet hacminde ve çeşitli maliyet düzeylerinde işletmenin kar tahmini yapmasını sağlayacaktır (Erden, 2004:88).

3.3. Maliyet Hacim İlişkisinin Tespitinde Kullanılan Yöntemler

İşletmenin en temel amacı sürdürülebilir büyümeyi sağlamak ve faaliyetlerinden dolayı kar elde edebilmektir. İşletme karını belirleyen en önemli unsur ise üretilen mal veya hizmetin maliyetidir. Sürdürülebilir bir kar için maliyetlerin etkin olarak yönetilebilmesi gerekmektedir (Kaygusuz, 2011:172).

İşletme yönetim kararları alma sürecinde üretim maliyetlerini kullanabilmesi için maliyetlerini sabit ve değişken maliyetler olarak ayırabilmesi gerekmektedir. Bu maliyetlerin ayrılabilmesinde sorun yaratan unsur ise karma nitelikli olan maliyetlerdir. Bu nedenle işletmenin sabit ve değişken maliyetlerinin ayırabilmek için çeşitli yöntemlerden faydalanılması gerekmektedir. İş hacmi ve işletme maliyetleri arasındaki ilişkilerin tespitinde kullanılan yöntemler ise şunlardır (Doğan, 2018:18-19):

- Analitik yöntem,
- Muhasebe yöntemi,
- Matematik ve istatistik tekniklerdir.

3.3.1. Analitik Yöntem

Mühendislik yöntemi olarak da bilinen analitik yöntemde giderler ile iş hacmi arasındaki ilişkinin saptanması iki aşamalı bir süreçten oluşmaktadır. İlk olarak işletmenin üretim gideri unsurları tek tek incelenmek suretiyle iş hacmi (değişken giderler) veya zaman dönemi (sabit giderler) arasındaki fiziksel bağlantılar tespit edilir. Daha sonra tespit edilen fiziksel bağlantılar sayesinde gider unsurlarının fiyatlarından parasal bağlantılar şekline dönüştürülür (Büyükmirza, 1995:306).

Analitik yöntemde genel üretim giderleri ve işletmenin iş hacmi arasında fiziksel bağlantıların sağlanması için deneme üretimi, zaman ve hareket etüdü gibi mühendislik çalışmaları kullanılmaktadır. Yöntemin uygulanabildiği gider türlerinde çoğu zaman gerçeğe en yakın sonuçları veren yöntemdir. Geçmişe ait verilerin olmadığı veya yetersiz olduğu durumlarda giderlerin davranış içimlerinin belirlenmesinde kullanılabilir tek yöntem olması bu yöntemin üstün yanıdır. Ayrıca giderlerin normal faaliyet aralığı dışına çıkması durumunda veya kapasite değişikliği halinde nasıl bir değişiklik göstereceğini tahmin etmede yardımcı olmaktadır (Birkan Yılmaz, 2015:17).

Analitik yöntem çoğunlukla standart maliyetleme yönteminin uygulandığı sistemlerde kullanılmaktadır. Maliyetleri etkileyebilecek pek çok unsurdan arındırıldığı için kesin sonuçlar verebilmektedir. Ancak bu yöntemin kullanılması maliyetli olabileceği gibi uzman personellerce uygulanması gerekmektedir. Bu yöntemde ayrıca her bir gider kalemi için fiziksel bağlantılar net bir şekilde kurulmadığı zaman bu yöntemin uygulanması güç hale gelebilir (Doğan, 2018:20-21).

3.3.2. Muhasebe Yöntemi

Üretim maliyetlerinin fonksiyonlarının tespitinde kullanılan yöntemlerden birisi de muhasebe hesap ve kayıtlarından hareket etmesi nedeniyle muhasebe yöntemidir (Büyükmirza, 1995:311).

Muhasebe yönteminde, işletmenin geçmiş dönemine ait maliyetleri tek tek ele alınarak sabit ve değişken maliyet ayırımına tabi tutulur. Bu ayırımı yapan kişinin işletmenin maliyet süreçleri hakkında bilgili ve tecrübeli olması gerekmektedir. Tüm giderler sabit ve değişken ayırımına tabi tutulduktan sonra her dönemin sabit giderleri tutarı ile birim değişken maliyetler belirlenmiş olmaktadır. Bu yöntemin sakıncası ise sabit ve değişken maliyetlerin ayırımında objektif davranılamaması ihtimalidir. Karma maliyetlerin ayırımında kişisel görüşlere göre ya sabit giderlere yada değişken giderlerin içerisine eklenebilir (Gürsoy, 1999:369). Uygulaması kolay ve az maliyetli olmasımuhasebe

yönetimin en büyük avantajıdır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı ise subjektif olmasıdır (Kaya, 2017:28).

3.3.3. Matematik ve İstatistik Teknikler

MHK analizinin yapılmasında daha esnek ve daha hızlı kullanılabilmesi nedeniyle en çok kullanılmakta olan yöntemler matematiksel ve istatistiksel tekniklerdir (Anita ve Liana, 2010:465). Matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin esası, giderler ile işletmenin iş hacmi arasında geçmiş birkaç döneme ait maliyet ilişkilerinin açığa çıkartılması amaçlanır. Diğer yöntemlere göre bu yöntemin en önemli üstünlüğü ise bütün maliyet kalemlerine uygulanabiliyor olmasıdır. Gider ve maliyet fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan matematiksel ve istatistiksel yöntemler ise “Grafik Tekniği”, “En Yüksek ve En Düşük Hacimler Tekniği”, “Çifte Ortalama Tekniği”, “En Düşük Kareler Tekniği” olmak üzere dört ana başlık altından toplanabilir (Büyükmirza, 1995:316-324).

3.3.3.1. Grafik Tekniği

Grafik tekniği, sabit ve değişken giderlerin birbirlerinden ayrılmasında grafiğin kullanıldığı yöntemdir. Grafiğin yatay ve dikey eksenine sırasıyla giderler ve iş hacmi yerleştirilir. Grafikte giderler ve iş hacminin kesiştiği noktalar tespit edilir. Grafik üzerinde belirlenen rastgele iki nokta arasında giderler ve iş hacmindeki değişme bir birine oranlanmalıdır. Bu oran toplam gider fonksiyonunun değişken değerini verecektir (Birkan Yılmaz, 2015:25). Uygulaması en kolay olan yöntemlerden birisidir. Ancak Grafiğin çizilmesi ve yorumlanmasında subjektiflik taşıması yöntemin sakıncası olarak söylenebilir (Gökkaya, 2021:21).

3.3.3.2. En Yüksek Ve En Düşük Hacimler Tekniği

En yüksek ve en düşük hacimler tekniği, maliyet fonksiyonuna ait eğilimin bulunmasında işletmenin iş hacminin en yüksek ve en düşük olduğu maliyet tutarları alınır. Bu iki noktadaki tutarların farkı miktar farkına bölünerek maliyet

fonksiyonunun eğilimi bulunmuş olur. Bu yöntemin avantajı olarak kişisel yargılara yer vermemesi nedeniyle daha objektif bir sonuç vermesi söylenebilir. Yöntemin dezavantajı ise maliyet fnksiyonunun hazırlanmasında sadeve en büyük ve en küçük hacimlerin dikkate alınması arada kalan diğer iş hacimlerini dikkate almamsı sayılabilir (Gökkaya, 2021:21).

3.3.3.3. Çifte Ortalama Yöntemi

Çifte ortalama yöntemi, yarı ortalama veya yüksek ve düşük ortalamalar olarak adlandırılmaktadır. Bu yöntem en yüksek ve en düşük hacimler tekniğinin geliştirilmiş bir halidir (Gökdoğan, 2018:25). Bu yöntemde en yüksek ve en düşük hacimler ayrılarak ortalaması alınır. Yöntem gerçeğe yakın sonuçlar vermektedir. Bunun nedeni ise tüm noktaların hesaplamalara dahil edilmesindedir (Gökkaya, 2021:22-23).

3.3.4.3. En Düşük Kareler Tekniği

En düşük kareler tekniğinde öyle bir gider veya maliyet doğrusu çizilmelidir ki geçmiş dönemlerde gözlenmiş gider veya maliyetleri temsil eden çeşitli noktalardan her biri arasındaki düşey uzaklıkların kareleri toplamı, çizilebilecek diğer bütün doğrulardan daha düşük olacaktır (Gökdoğan, 2018:25).

3.4. Maliyet Fonksiyonları

Maliyet fonksiyonları giderlerin bir araya gelerek oluşturdukları fonksiyonlardır (Gökdoğan, 2018:21). Maliyet fonksiyonları toplam maliyet fonksiyonu ve birim maliyet fonksiyonu olarak aşağıda sırasıyla ele alınmıştır.

3.4.1. Toplam Maliyet Fonksiyonu

Üretim maliyetleri açısından toplam maliyet kavramını, belirli bir miktar mamul üretebilmek için harcanan veya katlanılan fedakarlıklar toplamı şeklinde ifade edilebilir (Yükçü, 2015:80). Toplam maliyet, belli bir üretim miktarı için işletme tarafından katlanması gereken sabit, değişken, yarı sabit ve yarı değişken giderlerin toplamıdır (Ocak vd., 2004:5).

Toplam maliyet en yalın şekilde aşağıdaki gibi gösterilebilir (Büyükmirza, 1995:281).

$$\text{“Toplam Maliyet=Değişken Gid.+Sabit Gid.+Yarı Değişken Gid.+ Yarı Sabit Gid.”}$$

Eşitlikteki değişken maliyet tutarı işletmenin iş hacmine bağlı olarak değişmektedir. İşletmenin “x” iş hacminde “a” değişken maliyetler ve “b” sabit maliyetler olarak tanımlandığında toplam maliyet fonksiyonu aşağıda gösterildiği gibi olmaktadır.

$$\text{Toplam Maliyet} = ax+b$$

3.4.2. Birim Maliyet Fonksiyonu

Ürün veya hizmetin üretiminde oluşan toplam maliyetin işletmenin iş hacmine bölünmesi birim başına düşen maliyet tutarını ortaya koyar (Ocak vd., 2004:6). Başka bir ifade ile birim maliyet, toplam maliyetlerin üretilen mamül sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir (Yükçü, 2015:80).

$$\text{Birim Maliyet} = \frac{\text{Toplam Maliyet}}{\text{Faaliyet Hacmi}}$$

Toplam Maliyet = $ax+b$ olduğuna göre;

$$\text{Birim Maliyet} = a + \frac{b}{x}$$

Maliyet-hacim ilişkileri birim maliyet açısından değerlendirildiğinde, değişken maliyet ‘a’ gibi sabit; sabit maliyet ise ‘b/x’ gibi iş hacmi ile ters orantılı olarak değişen bir tutar olarak ortaya çıkmaktadır. “x” işletmedeki iş hacmini göstermekte olup bu değer arttıkça birim başına düşen sabit maliyette azalmaktadır. İşletmenin iş hacmi ne kadar artış gösterirse birim başına sabit maliyetlerde düşecektir. Bu durumda değişken maliyetler ise tam tersi şekilde hareket edeceklerdir (Doğan, 2018:18).

Birim maliyet, sabit ve değişken üretim maliyetlerinin bir ortalama maliyetidir. Sabit maliyetlerin etkisinden dolayı düşük kapasiteli çalışmak üretilen mamulün birim üretim maliyetini arttıracaktır. Böyle bir durumda işletme; ürünün birim satış fiyatını arttırma, fiyat artışı yapamadığı yerde kar marjını

düşürme veya ürünün kalitesinden fedakarlık yapmak gibi stratejiler kullanabilmektedir (Civelek ve Özkan, 2008:538).

3.5. Kar Fonksiyonu

Kar kavramı, birçok şekilde tanımlanabilir. Ekonomistler için kar, girişimcinin yatırım yaparak almış olduğu risk karşılığında elde ettiği ödül olarak görülürken bir yatırımcı için yatırımının geri ödenme ölçüsü olarak ifade edilmektedir. Muhasebe açısından ise kar, belirli bir dönem içerisinde işletmenin faaliyetleri nedeniyle elde etmiş olduğu gelirler ile bu gelirleri elde edebilmek için katlandığı giderler arasındaki olumlu fark olarak ifade edilebilir (Doğan, 2018:22).

İşletme yönetim kararları alırken kar fonksiyonu oldukça yaygın olarak kullanılan bir fonksiyondur (Ocak vd., 2004:-).

Toplam kar fonksiyonu işletmenin toplam gelirleri ve toplam maliyetleri arasındaki fark sonucu bulunmaktadır. Bu denklemin matematiksel ifadesi ise aşağıdaki gibi olacaktır (Büyükmirza, 1995:352).

Toplam Kar = Toplam Gelir- Toplam Maliyet

Başka bir ifade ile denklem şu şekilde de gösterilebilir (Lazol, 2016:338):

Kar = Satışlar – Toplam Değişken Maliyetler-Toplam Sabit Maliyetler

Kar = Satış Fiyatı x Satış Miktarı - Birim Değişken Maliyet x Satış Miktarı - Toplam Sabit Maliyetler

Denklem daha sade hale getirilerek aşağıdaki gibi gösterilebilir ve bu denklem kar tahmini yapılırken kar fonksiyonu olarak kullanılabilir.

Kar = Satış Miktarı (Satış Fiyatı-Birim Değişken Maliyet)-Toplam Sabit Maliyet

İşletmenin birim satış fiyatından birim değişken giderlerin çıkarılmasıyla elde edilen rakam katkı payını oluşturmaktadır. Katkı payı (KP), satılan mamül veya hizmetin birim geliri ile, o birime ait değişken giderler karşılandıktan sonra, toplam sabit

giderleri karşılaması ve kar elde edilebilmesi için geriye bıraktığı katkıyı ifade etmektedir. Başka bir ifade ile katkı payı satışların sabit maliyetler ve kara katkısını ifade etmektedir. Katkı payı ise aşağıdaki formül de gösterildiği gibidir (Ocak vd., 2004:7).

Birim Katkı Payı = Birim Satış Fiyatı - Birim Değişken Maliyet

Toplam Katkı Payı = Toplam Satış Geliri - Toplam Değişken Maliyet

3.6. Güvenlik Payı ve Güvenlik Payı Oranı

İşletmenin tahmini satışları ile başabaş noktasındaki satışları arasındaki farka güvenlik payı veya marjı denilmektedir (Gopal, 2009:441). İşletmenin zarardan ne kadar uzakta olduklarını göstermek için yapılan bir hesaplama değildir. Aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanabilir (Ocak vd., 2004:9):

Güvenlik Payı = Tahmini Satışlar - Başabaş Noktası Satış Tutarı

İşletmenin satış miktarı başabaş noktasından ne kadar fazla ise faaliyet riski de o ölçüde azalmış olacaktır. İşletmenin satışlarında yaşanacak küçük bir azalma işletmeyi zarar ettirmeyebilecektir. Güvenlik payı oranı, işletmenin zarar noktasına düşmemesi için gerçek satışlarının ne kadar azalma olabileceğini gösteren orana denir (Gürsoy, 1999:397). İşletme zarar noktasından ne kadar uzakta olduğunu gösteren orandır (Doğan , 2018:31). Güvenlik payı oranı aşağıdaki gibi hesaplanabilir (Gopal, 2009:441):

$$\text{Güvenlik Payı Oranı} = \frac{\text{Gerçek Satışlar} - \text{Başabaş Noktası}}{\text{Gerçek Satışlar}} * 100$$

3.7. Başabaş Noktası Analizi

MHK analizlerinin çoğu zaman başabaş analizleri olarak da nitelendirildiği görülmektedir. Ancak MHK analizi ve başabaş analizi arasında fark vardır. MHK tüm kar planlaması ile ilgilenirken başabaş analizi bu süreçte kullanılan tekniklerden sadece birisidir. Toplam maliyetlerin toplam gelirlere eşit olduğu satış seviyesini göstermektedir (Gopal, 2009:431-432). Başka

bir ifade ile başabaş noktası analizi ile işletme satış hacminin maliyetlerini karşıladığı noktadır. Bu nokta işletme için kara geçiş noktasıdır (Baral, 2011:38-39). Bu teknik, ürünün olası fiyatlarının değerlendirilmesi, fiyat değişimlerinin işletmeye etkisi, sabit ve değişken maliyetlerin işletme karlılığına etkisi dahil olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır (Powers, 1987:35). Çeşitli kısa vadeli kararların etkilerinin değerlendirilmesinde önemli bir analiz yöntemidir (Weetman, 2013:551).

Başabaş noktası, işletmenin ne kar ne de zarar ettiği noktadır. Bu faaliyet seviyesinde işletme tüm gelirleri ile tüm giderlerini karşıladığı noktayı ifade etmektedir. Eğer işletme bu satış noktasında fazla ürün satmaya başlarsa kar elde edecektir (Yıldız ve Ceran, 2018:123; Gündüz, 2008:244).

İşletmenin sattığı ürüne ait sabit maliyetler, birim başına değişken maliyetler ve ürün satış fiyatı bilindiği taktirde istenilen döneme ait başabaş noktası kolayca hesaplanabilmektedir (Gürsoy, 1999:393). Başabaş noktasında kullanılan iki maliyet girdisi sabit ve değişken maliyetlerdir. Sabit olarak tanımlanan giderlerin belirli bir faaliyet aralığında değişmeyeceği varsayılmaktadır. Değişken maliyetler ise satış hacmi ile birlikte değiştiği görülür (Powers, 1987:35).

Başabaş noktası analizi sadece işletmenin satış hacmini belirlemek için kullanılmamaktadır. Bu analiz tekniğinin kullanıldığı alanlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Cafferky ve Wentworth, 2014:2-3):

- İşletmenin yatırımlarının finanse etmek için dış kaynak kullanıp kullanmayacağına karar verirken,
- İşletme kapasitesini arttırma konusunda karar verirken,
- İşletme müşterilerinin karlılığını analiz ederken,
- Sermaye bütçelemesi kararları verilirken,
- Ürün fiyatlandırma politikalarında değişiklik yapılması gerektiği zaman,

- İşletmenin girdi maliyetlerinde yaşanan değişimlerin etkisinin hesaplanmasında,
- İşletmenin günlük, haftalık ve aylık olarak minimum işlem sayısının belirlenmesinde,
- Ürün karmasında değişiklik yapılması gerektiğinde başabaş noktası kullanılabilir.

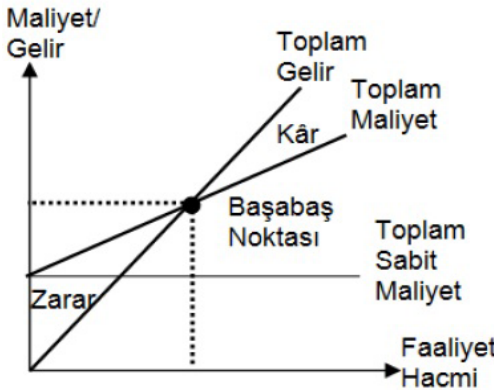
Başabaş noktası sabit maliyetlerin birim katkı payına bölünmesi ile bulunmaktadır. Matematiksel ifadesi ise (Gopal, 2009:433);

$$\text{Başabaş Noktası} = \frac{\text{Toplam Sabit Maliyetler}}{\text{Birim Katkı Payı}}$$

“Birim Katkı Payı = Birim Satış Fiyatı - Birim Değişken Maliyet” olduğuna göre formül aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\text{Başabaş Noktası} = \frac{\text{Toplam Sabit Maliyetler}}{(\text{Birim Satış Fiyatı} - \text{Birim Değişken Maliyetler})}$$

Başabaş analizini grafik ile de gösterebilmek mümkündür. Aşağıdaki şekil incelendiği taktirde grafiğin yatay eksen işletmenin faaliyet hacmini göstermektedir. Dikey eksen ise toplam maliyetlerin yer aldığı eksendir. Başabaş grafiği maliyetler ile iş hacmi, iş hacmi ile gelir arasındaki ilişkiyi ayrı ayrı ele alarak işletmenin karı üzerindeki etkiyi ortaya koymaktadır (Doğan , 2018:30).



Şekil 12: Başabaş Noktası Grafiği

Başabaş grafiği, toplam maliyetlerin toplam satışları karşıladığı ve işletmenin kar ve zarar ettiği faaliyet düzeylerini gösteren bir grafik olduğu anlaşılmaktadır (Weetman, 2013:566). İşletme için başabaş noktasının üzerinde kalan kısım kar olurken altında kalan kısım ise zarar olarak gerçekleşecektir.

4. BULANIK MANTIK VE BULANIK KÜME TEORİSİ

Belirsizlik, sonucu bugünden bilinemeyen, her insan tarafından aynı şekilde algılanamayan, subjektiflik özelliği gösteren ve belki de soyut olarak ifade edilebilecek her duruma denir. Belirsizliğe klasik mantıkta çözüm bulmak güçtür. Bazı durumlarda ise neredeyse imkansızdır. Bulanıklık bilimsel olarak belirsizlik olarak ifade edilmiştir. Bu belirsizlikleri açıklayabilmek için bulanık mantık geliştirilmiştir. Klasik mantıkta bir şey ya doğru ya da yanlıştır. Ancak bulanık mantıkta doğru ile yanlış arasında birçok seçenek yer almaktadır (Göksu, 2008:5). Eksik bilgiye rağmen, bulanık mantık tahmini değerlerle karar vermeye izin verir. Bir kararın yanlış olabileceği ve daha sonra ek bilgi mevcut olduğunda iyileştirilebileceği unutulmamalıdır (Aruldoss vd., 2013, 31-32). Teknolojik gelişmelerin bir ürünü olarak oraya çıkan yapay zeka uygulamalar ile bulanık mantık konusunda yapılan çalışmalar kolaylaştırmıştır.

Yapay zeka kavramı ilk kez McCarthy tarafından özellikle zeki bilgisayar programları geliştirme bilimi olarak tanımlanmıştır. Literatür incelendiğinde yapay zekaya ait birçok tanımı görmek mümkündür. En basit haliyle yapay zeka, bilgisayar yardımı ile insana özgü zihinsel yeteneklerin taklit edilmesi olarak ifade edilebilir (Aslan ve Kızıl, 2018:68). Buna göre yapay zekanın temel bileşeninin insan gibi düşünebilen ve hareket edebilen sistemler olduğu söylenebilir.

Literatürde yapay zeka kavramı altında bir çok dal vardır. Bunlar genellikle; bulanık mantık, yapay sinir ağları, uzman

sistemler, makine zekası, genetik algoritmalar, genetik programlama, örüntü tanıma, doğal dil işleme, konuşma algılama, konuşma sentezi, çoklu örnekleme öğrenme şeklinde sıralanabilir (Birgili vd, 2013:122).

Bilim ve teknolojiadaki gelişmeler insan yaşamını kolaylaştırdığı kadar karmaşık bir hal almasına da neden olmuştur. Karar verme sürecindeki belirsizlikler artmış olması nedeniyle problemlerin çözümü her zaman iyi sonuçlanmamaktadır. Bulanık mantık, kesin olmayan yani belirsizlik şartları altında bilgiyi incelemek ve değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir (Çelik, 2016:98).

“Fuzzy Logic” olakta bilinen bulanık mantık ilk olarak 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından ortaya atılmıştır. İnsan beyninin büyük bir bölümünün bulanık olduğunu ifade ederek bulanık mantıkta belirsizliği matematiksel bir modellemede kullanmıştır (Doğan, 2018:60). Bulanık mantıkta bir sisteme ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişkileri açıklamayı amaçlayan insana dayalı dili kullanan tahmini sebep dilidir. Bu bağlamda da bulanık mantık insanın düşünce tarzını taklit etmeye çalıştığı söylenebilir (Arslan, 2012:78).

Bulanık mantık, bulanık küme kavramı ile başlamaktadır. Bulanık küme, net ve açıkça tanımlanmamış bir sınırı olmayan kümedir. Sadece kısmi üyelik derecesine sahip unsurları içermektedir (Mathworks, 1995:20). Başka bir ifade ile bulanık küme devamlılık derecesine sahip nesnelere sınıftır (Zadeh , 1965:338).

Klasik mantıkta, önermeler ve çıkarımlar doğru ve yanlış olmak üzere iki değer alabilmektedir. Üçüncü bir durumun varlığı söz konusu değildir. Bu nedenle önermelerin kısmen doğru veya kısmen yanlış olması mümkün değildir. Ancak bulanık mantıkta önermenin doğruluk derecesi $[0,1]$ aralığında yer almaktadır. Bu durumda önermenin doğruluğu ve yanlışlığının yanında kısmen doğru veya kısmen yanlışta olabilmektedir. Böyle bir durumda önerme, 1-(doğruluk oranı) kadar da yanlış olacaktır. Örneğin “Ahmet uzun boyludur” ifadesi %60 oranında doğru olduğunda

aynı zamanda %40 oranında da yanlış olmaktadır. Bir eleman aynı anda iki kümünün de elemanı olması mümkündür (Yıldız, 2009:46-50). Küme aitlik derecesi 0 olması durumunda kümeye ait olmadığını, 1 olması durumunda ise kesin o kümenin üyesi olduğunu göstermektedir. Üyelik derecesinde kesin bir kanıt bulunmadığı takdirde alternatif kararlar değerlendirilmek suretiyle en uygun alternatif seçilmiş olur. Alternatif kararları sayısının fazla olması karar vericinin seçimini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle karar vericiler işletme için gerçekleşme olasılığı en yüksek ve amaca en uygun olan kararı vermesi gerekmektedir (Ergülen ve Deran , 2009:229).

Bulanık mantıkta kesin ifadeler yerine yaklaşık karar verme biçimleri kullanılmaktadır. Bulanık mantığın önemi ise özellikle sağduyu kullanılarak verilen kararların temelini yaklaşıklik üzerine kurulu olmasıdır. Bu bağlamda bulanık mantığın özellikleri şu şekilde ifade edilebilir (Arslan, 2012:85; Mathworks, 1995:5);

- Bulanık mantıkta kesin ifadeler kullanılmak yerine yaklaşık ifadeler kullanılır.
- Bulanık mantıkta varlığın olasılık derecesi $[0,1]$ aralığında yer almaktadır.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok, az gibi dilsel ifadeler şeklinde tanımlanır.
- Bulanık mantıkta çıkarımlar tanımlanan dilsel ifadelerin kurallarına göre yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel olarak modelinin kurulmasının zor olduğu sistemler için uygulanabilir. Uzman kişilerin tecrübelerinden faydalanılarak sistem kurulabilir.
- Bulanık mantıkta bilgi, tespit edilen değişkenler üzerindeki esnek veya bulanık olan kısıtlayıcılar ile yorumlanır.
- Bulanık mantıkta tam olmayan ve eksik ulaşılan bilgiler ile işlem yapılması mümkündür.

- Bulanık mantık esnektir ve anlaşılması kolaydır. Bulanık mantığın arkasındaki matematiksel kavramlar basittir.
- Bulanık mantık doğal konuşma dili üzerine kurulmuştur. Ana prensibi insan ilişkileri ile benzerlik göstermesidir.

Bulanık mantık ile asıl hedeflenenler insanlar gibi düşünebilen, inisiyatif alarak karar verebilen, duruma göre kriterler arasından seçim yapabilen sistemlerin oluşturulabilmesidir. Bilgisayardan faydalanılarak belirsizlik ve kesin olmayan şartlar altında güçlü bir mantıksal çıkarım yapılmasını sağlamaktadır (Aslan ve Yılmaz, 2018:537-538).

Bulanık mantıkta sadece siyah ve beyaz renkler değil arada kalan gri tonlar da dikkate alınır. Bu ise insanın düşünme sistemine oldukça yakın hareket etmesini sağlar (Göksu , 2008:6).

Karar vericiler hangi şartlar altında karar verirse versinler bir belirsizlik ortamında bu işlevi yerine getirmektedirler. Verilen kararların doğruluk derecesi ise belirsizliğin riske dönüşebildiği ölçüde tespit edilmiş olacaktır. Karar vericiler karar sürecinde klasik bilimsel yaklaşım ilkelerine göre karar vermiş olsalar verilen kararlar, iyi-kötü, güzel-çirkin, doğru-yanlış, siyah-beyaz, evet-hayır gibi çift yönlü olacaktır. Oysa ki hayat kesin ayırım üzerine kurulu değildir. Yani karar sürecinde mutlak siyah veya mutlak beyaz yoktur. Arada gri tonların varlığı söz konusudur (Aslangiray, 2011:43).

Bbulanık matık günümüzde hemen her alanda uygulanma imkanı vardır. Özellikle ekonomi, kontrol sistemleri, tıbbi tahliller, psikoloji, güvenlik, otomotiv, beyaz eşya gibi alanlarda bulanık mantığın sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Göksu , 2008.7) Görüldüğü üzere bulanık mantığın endüstride kullanım alanını oldukça yaygındır. Bulanık mantık endüstrilerde otomatik kontrol sistemleri (robotik, otomasyon, akıllı denetim, izleme sistemleri, ticari elektronik ürünler), bilgi işleme sistemleri (Bilgi depolama ve yeniden çağırma, uzman sistemler), görüntü tanımlama(görüntü işleme ve makine görüntülemesi)

ve optimizasyon (fonksiyon optimizasyonu, süzgeçleme) gibi amaçlar ile kullanılmaktadır (Aslangiray, 2011:45).

4.1. Bulanık Mantığın Avantaj ve Dezavantajları

Bulanık mantığın sağladığı avantajların altında yatan etmen nitelikli bilginin kullanılabilir olması yatmaktadır. Bulanık mantığın diğer yöntemlere göre sağladığı avantajlar ve dezavantajlar bulunmaktadır. Bulanık mantığın sağladığı avantajlar şu şekilde sıralanabilir (Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003:64):

- İnsanın düşünme tarzına çok yakındır. İnsan davranışlarını formüle edebilir ve değişimlere açıktır,
- Matematiksel bir modele gereksinim duymaz,
- Yazılımın basit olması nedeniyle sistem daha ekonomik olarak kurulabilmektedir,
- Bulanık mantık kavramını anlamak kolaydır ve diğer tekniklere göre daha esnekler,
- Kesinlik göstermese bile bilginin kullanımı söz konusudur,
- Doğrusal olmayan fonksiyonların modellenmesine imkan vermektedir,
- Uzman kişilerin tecrübelerinden faydalanarak modelleme yada sistem tasarlanabilir,
- Geleneksel kontrol teknikleriyle uyumlu çalışabilir,
- İnsana özgü sözel ifadelerin bulanık mantıkta kullanımı ile daha olumlu sonuçlar alınabilmektedir.

Bulanık mantığın avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır. Taşıdığı dezavantajlar ise şu şekilde sıralanabilir (Doğan, 2018:83-84):

- Bulanık mantık uzman kişilerce kurulması gerekmekte olup kuralları ve üyelik işlevleri her zaman kolaylıkla yapılamayabilir,
- Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan belirli bir yöntem ve öğrenme yeteneği bulunmamaktadır,

- Bulanık mantığın temel sorunu analizlerin uygulanmasında ispatlanmış bir sonucu olan kesin bir yöntem değildir,
- Bulanık mantığın üyelik fonksiyonları, belirlenen değişkenler modellemesi yapılan sisteme özgü olup bir başka sisteme uyarlanması oldukça zordur,
- Bulanık mantık sisteminin kararlı olup olmadığını kontrol etmek amacıyla belirli bir yöntem bulunmamaktadır.

4.2. Üyelik Fonksiyonları

Bir kümeye ait elemanların her biri $[0,1]$ aralığında bir üyelik değerine sahip olması gerekmektedir. Bunun için üyelik değerini atayabilen bir üyelik fonksiyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Üyelik derecesi, bir elemanın bulanık kümenin gösterdiği özelliğe ne kadar benzer veya uygun olduğunu göstermektedir. Üyelik derecesi genellikle $[0,1]$ aralığında yer alan gerçel sayılar ile gösterilmektedir. Üyelik derecesi artış gösterdikçe bulanık kümeye ait olma derecesi de o kadar artış gösterecektir. Üyelik derecesi “1” ise tam “0” ise tam üye olmama durumunu ifade eder. Bu iki değer arasında kalan üyelik dereceleri ise kümenin özelliklerini ne derece yansıttığını göstermektedir (Arslan, 2012:91).

Üyelik fonksiyonları, bulanık kümeleri karakterize eden ifadelerden oluşmaktadır. Karmaşıklık ve belirsizlik içeren bulanık sayılar, bulanık bir ortamda insanın düşünme ve karar verme sistemine benzer bir şekilde if... then... else... biçimindeki önerme ve kural yürütme sonucu elde edilmektedir. Bulanık mantık kurallarına göre çalıştırılan bir sistem kendisine daha önce öğretilen bilgileri kullanmak suretiyle yeni durum hakkında bir sonuca ulaşmaktadır. Geline bu durum ise insan ile makine ilişkisine yeni bir boyut kazandırmıştır (Doğan, 2018:66).

Üyelik fonksiyonlarını tanımlamak için çok çeşitli küme yapıları bulunmaktadır. En çok kullanılan bulanıklaştırma metodları üçgen, yamuk ve gauss üyelik fonksiyonlarıdır. Üyelik fonksiyonunun belirlenmesinde verilerin dağılımına veya modele

göre en uygun olanının seçilmesi önem arz eder (Baral ve Aslan, 2018:202). Üyelik derecelerinin $[0,1]$ aralığının da ne şekilde değişiklik göstereceğine üyelik fonksiyonuna göre yapılan hesaplama işlemi belirlemektedir. Üyelik fonksiyonunun şekli, bulanık kümenin uygulama alanına göre değişiklik gösterecektir (Bıyan, 2016:827).

Bulanık mantıkta kullanılan en basit üyelik fonksiyonu üçgen üyelik fonksiyonudur. Buna göre kendisini tanımlayan üç parametreden oluşmaktadır. En çok kullanılan üyelik fonksiyonlarında bir diğeri ise yamuk üyelik fonksiyonudur. Bu üyelik fonksiyonunda dört parametre bulunmaktadır (Doğan, 2018:68). Gauss üyelik fonksiyonu ise iki parametreye sahiptir. Bu parametrelerden birisi fonksiyonun merkezindeki değeri gösterirken bir diğeri parametre ise genişliği göstermektedir. Genişliği ifade eden parametre büyüdükçe fonksiyon grafiği daha yavaş bir şekil almaktadır (Arslan, 2012:95).

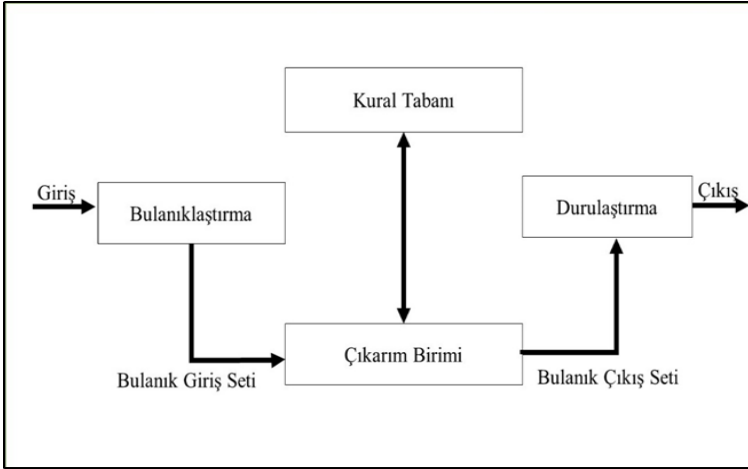
4.3. Bulanık Çıkarım Sistemleri

Bulanık küme teorisine dayanan bulanık mantık matematiksel bir disiplin olduğu söylenebilir. Birçok problemin çözümünde ön koşullar belirlenerek karar vermeye yardımcı olabilir. Eğer sisteme ait davranış, kurallar ile ifade edilebiliyor ve karmaşık bir matematiksel işlem gerektiriyor ise bulanık mantık kullanarak sorunun çözümü yapılabilir (Doğan, 2018:70).

Bulanık küme, bulanık mantık ve bulanık sistem, uzman kişilerin yardımıyla oluşturulan dilsel bilgilerin yardımıyla bir çözüm elde edilmeye çalışılır. Her dilsel bilgi bir bulanık kümeye karşılık gelmektedir. Bu kümeler de üyelik derecesi fonksiyonlarına kişisel tercihler yapılarak karar verilmektedir. Bulanık mantık, günlük konuşma dilini modelleme imkanı vermektedir. Bu açıdan bulanık mantık dilsel bilgileri kullanmak suretiyle soruna çözüm üretilmesini sağlar (Aslangiray, 2011:46).

Bir bulanık mantık sisteminde süreç genellikle üç ayrı birimden oluşmaktadır. Bu birimler; bulanıklaştırıcı, kural işleme birimi, durulaştırıcı birim ve çıktı bilgileridir (Kıyak ve

Kahvecioğlu, 2003:65). Bulanık mantık sisteminin işleyiş yapısı aşağıda şekilde gösterildiği gibidir (Bıyan, 2016:826).



Şekil 13: Bulanık Mantık Sisteminin Yapısı

Yukarıdaki şekilden anlaşılacağı üzere bulanık mantıkta bulanıklaştırıcı bulanık işlem sisteminin ilk giriş birimi olarak görev alır. Bu birime ulaşan bilgiler bir ölçek değışikliği yardımıyla bulanıklaştırılmaktadır. Başka bir ifade ile bu birime ulaşan bilgiler üyelik değeri verilerle dilsel bir yapıya dönüştürülmektedir. Buradan ise kural işleme birimine gönderilecektir. Kural işleme birimine ulaşan bilgiler “if ... and ... then ... else” (eğer ... ise, ... olsun) gibi belirlenen kurallar ile birleştirilir. Son aşamada ise mantıksal karar önermeleri kullanılarak elde edilen sonuçlar durulaştırıcı birimine ulaşmış olacaktır. Bu aşamada ise bir ölçek değışikliği yapılarak bulanık haldeki bilgiler gerçek sayılara dönüştürülmüş olacaktır (Aslangiray, 2011:47).

Bulanık mantık aslında matematiksel ve sözel birçok ifadenin birlikte işlenebildiği bir kontrol sistemidir. Bu doğrultuda sözel birtakım ifadeler bulanık mantıkta kontrolöre girdi olarak eklenir ve çıktı olarak sayısal veriler elde edilir. Kurallara dayalı olan bulanık mantıkta “eğer-o-halde” kuralları ile ifade edilen koşullu cümleler oluşturulur. Oluşturulan koşullu cümleleri formüle

eden çıkarım sistemi bu kurallara göre karar verebilmektedir. Bulanık çıkarım sistemlerinin çıktıları genellikle bulanık kümelerdir. Karar verilirken bulanık mantıktan kesin sonuçlar beklendiği için ortaya çıkan bulanık kümenin durulaştırma işlemi yapılmalıdır (Arslan, 2012:98-99).

4.3.1. Bulanıklaştırma

En basit anlatım ile bulanıklaştırma işlemi giriş verilerinin sözel değişkenlere dönüştürülmesi işlemidir (Aslan ve Yılmaz, 2018:538). Bulanıklaştırma fuzzy olmayan değerlerin dilsel değişkenler aracılığıyla dönüştürülmesi işlemine denir. Bu süreçte yapılan işlemlerin temel amacı, çıkarım motorunda bilgilerin kullanılabilmesi için işlenerek hazır hale getirilmesidir (İnel, 2011:7).

Bulanıklaştırmada öncelikle üyelik fonksiyonlarının tip, sayı ve limit değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bulanıklaştırmada giriş değişkenleri üyelik fonksiyonları aracılığıyla bulanık kümelere dönüştürülmektedir. Bu aşamada üyelik fonksiyonları ve alt kümeler belirlenerek bulanık çıkarım yapılacak bulanık kümeler oluşturulmuş olacaktır (Çiğdem, 2022:45).

Bulanıklaştırma sürecinde kullanılan üyelik fonksiyonları, problemin ana yapısına ve amacına hizmet edecek uygunlukta olması gerekmektedir. Üyelik fonksiyonları oluşturulurken sezgisel, matematiksel, geometrik veya istatistiksel temellere dayandırılabilir. Literatürde en çok kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk ve gausus üyelik fonksiyonlarıdır (Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003:65).

4.3.2. Veri Tabanı

Probleme ait girdi değişkenleri hakkındaki tüm bilgiler veri tabanında yer almaktadır. Veri tabanında, karar verme mekanizmasının belirlenen kural tabanlarının oluşturulmasında kullanılan bilgiler yer almaktadır. Dilsel değişkenlerin tanımlanmasında ve sistemin bulanık çıkarım sisteminde

kullanacağı bilgileri yine veri tabanı aracılığıyla sağlar (Arslan, 2012:101).

Başka bir ifade ile çıkarım motorunun kullandığı ve bilgilerin temin edildiği, denetim amaçlarına uygun dilsel kuralların bulunduğu kısmı ifade etmektedir. Uygulama esnasında ihtiyaç duyulan üyelik derecesi ve kural tablosu bilgileri bu kısımda kullanıma sunulmaktadır. Veri işlemede kullanılacak olan tanımlamalar veri tabanında bulunmaktadır (İnel, 2011:12). Veri tabanının en temel amacı, bulanıklaştırma, kural tabanı ve durulaştırma işlevlerinin görevlerini yerine getirmesini sağlayabilmektir (Doğan, 2018:77).

4.3.3. Dilsel Değişkenler

Bulanık mantığı diğer mantık sistemlerinden ayıran en önemli farkı sözel (dilsel) terimlerin kullanımına izin veriyor olmasıdır. Dilsel değişken, bir dilde kullanılan kelimeleri değişken değer olarak almaktadır. Burada ifade edilmekte olan bazı kelimelerin karmaşık sübjektif veya belirsizlik göstermesi nedeniyle sınır koşulu geleneksel küme teorisinde net olarak ortaya koyulamamasına neden olmaktadır. Bu nedenle sözel değişkenler bulanık kümelere dayanılarak tamamlanması gerekir. Dilsel değişken olarak belirlenen ve daha net olarak ifade edilemeyen kavramların yaklaşık olarak nitelendirilebilmesine fırsat verir (Baral, 2011:19).

Belirsiz durumların modellenmesine olanak veren dilsel değişkenlerin başarılı bir şekilde kullanımı büyük ölçüde geçerli üyelik fonksiyonunun belirlenmesine bağlıdır (Sattarov, 2008:70).

Dilsel değişkenler, durumun kelimeler ve cümleler yardımıyla açıklanmasıdır. Örneğin sözel bir değişken olarak yaş değeri yerine dilsel ifadeler kullanılabilir. Buna göre; genç, çok genç, genç değil, orta yaşlı, yaşlı vb. ifadeler kullanılabilir. Bu nitelendirmeler kişiden kişiye göre de değişebilmektedir. 65 yaş, bazı insanlar için yaşlılığı ifade edebilirken bazıları için ise yaşlı olmayabilir. Bu durum ise kavramlar arasında karşılıklılığa

neden olmaktadır (Bıyıklı, 2016:34). Bu belirsizlik ve bulanıklık durumu bulanık mantığın temel çıkış noktası olmuştur. Bu gibi dilsel ifadeler bulanık mantıkta önemli bir yere sahiptir (Karakış, 2016:78).

Dilsel değişkenler, baz alınan değişkenlerin bulanık sınırlarını ifade etmektedir. Belirlenen dilsel değişkenler; çok, daha çok, daha az gibi zıtlık ifadesi olabileceği gibi bir bağlaçtan oluşan tekil kelime veya kelime grupları olabilmektedir (Türkbey, 2003:88-89). Bu şekilde değişkenlerin sözel olarak ifade edilmesi değişkenlere esneklik kazandırmaktadır. Başka bir ifade ile değişkene ait değerlendirmeleri daha geniş bir ölçüyle ifade edilmiş olur (Karakış, 2016:79).

4.3.4. Bulanık Kurallar

Bulanık mantıkta kural tabanı sistemin girdileri ve çıktıları arasındaki nedensellik ilişkisini belirleyen kurallar bütünü olarak ifade edilebilir (Doğan, 2018:76). Bulanık kurallar, bulanık mantık isteminin en önemli aşamalarından birisidir. Bu aşamada uzman kişilerin bilgi, deneyim ve öngörülerini yardımcıyla probleme uygun bulanık kurallar oluşturulmaktadır (Çiğdem, 2022:46).

Bulanıklaştırma işlemi sırasında ilk önce modele uygun giriş ve çıkış değişkenleri belirlenip dilsel değişkenler belirlendikten sonra kural tabanındaki İf-Else yapılarından oluşturulan kurallar tablosu yardımcıyla giriş ve çıkış arasında kurulan ilişki bir matematiksel denklem haline getirilmektedir. Sisteme girilen değerler A ve B, çıkış değeri ise C olduğu varsayılırsa; Eğer $A=x$ ve $B=y$ ise O Halde $C=z$, A ve B giriş değerlerine göre C'nin bulanık değerini belirlemiş olur. Bulanık hale getirilmiş olan giriş değerlerini kural tablosunda belirlenen ve bu kuralları kullanan çıkarım birimi, kendisine gelen verileri işler ve bir bulanık çıkış elde etmiş olur (Bıyan, 2016:826).

Kural tabanın oluşturulmasının temel amacı, sebep sonuç ilişkisi ortaya koyabilmektir. Bulanık kuralların oluşturulabilmesi için genellikle dört yöntem kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemler şu şekilde sıralanabilir (Arslan, 2012:103-104):

Uzman tecrübesi ve denetim mühendisliğinin bilgisi; süreç uzman personelin tecrübesine dayanılarak oluşturulduğu yöntemdir.

Operatörün kontrol hareketlerinin modellenmesi; sistem kullanıcısının tecrübesiyle yaptığı hareketlerin modellendiği yöntemdir.

Sürecin bulanık modeli; denetimi yapılan sürecin özelliklerinin dilsel tanımlaması sürecin bulanık modeli olarak kabul edilir. Dinamik yapıda bir sistem için optimum performansa ulaşabilmek için bir grup bulanık denetim kuralları oluşturulabilmektedir.

Öğrenme; özellikle bulanık denetim kurallarını oluşturma ve insan tecrübesiyle güncelleme yeteneğini taklit etmeye çalışır.

4.3.5. Durulaştırma

Kurulan bulanık sistemin en son aşaması durulaştırma aşamasıdır. Durulaştırma işlemi, bulanık hale getirilen bilgilerin kesin sayılar haline dönüştürüldüğü aşamayı ifade eder (Çelik, 2016:100). Bulanık çıkarım mekanizması ile elde edilen çıkış değerlerine bulanık küme denilmektedir. Bu bulanık kümelerin tekrar kesin değerlere dönüştürülmesi işlemine ise durulaştırma işlemi denilirken bu işlemi gerçekleştiren birime ise durulayıcı denilmektedir (Karasakal, 2012:15).

Yapay zeka çalışmalarında bulanık değişken, küme, mantık ve sistemlerin bulanık olabilecek çıktılarının kesin sayılara dönüştürülmesi gerekmektedir. Bulanık olan sayıların kesin sayılar haline dönüştürülebilmesi için yapılan bütün işlemlere durulaştırma işlemi denilmektedir (Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003:67).

Durlama işlemi için literatürde bir çok yöntem kullanılmaktadır. Ancak en çok kullanılan yöntemler; maksimum üyelik, ağırlık merkezi, ağırlık ortalaması yöntemi, mean-max üyelik yöntemi olarak sıralanabilir (Doğan, 2018:7).

Durulaştırma yönteminin dört temel özelliği bulunmaktadır. Bu özellikler (Arslan, 2012:105);

1. Durulama işleminde her zaman sayısal bir değer hesaplanmaktadır.
2. Daha önce belirlenen üyelik foksiyonu durulanmış değerleri belirlemektedir.
3. İki üçgen bulanık sayının bulanık işleme sokularak elde edilen durulama değerinden her zaman için bireysel olarak işleme sokulmasında elde edilen değerlerin arasında bir değer olacaktır.
4. Engelleyici bir durumda durulanmış değer sınırlı bölgeye düşürülmelidir.

4.4. Bulanık Çıkarım Yöntemleri

Bir bulanık sistemde bulanık çıkarım mekanizması en önemli birimdir. Genellikle insanın karar alması, önermede bulunarak çıkarım yapabilmesi yeteneklerine paralel bir şekilde çıkarım yapmaktadır. Çıkarım mekanizması, giriş verilerini dikkate alarak bulanık kural tabanında belirlenen giriş değişkenleri için ne kadar ateşlendiğini tespit eder ve bulanık kurallar kullanılmak suretiyle çıkış değerleri hesaplanmış olur. Bulanık çıkarım mekanizmasında bir çok farklı yapı vardır (Karasakal, 2012:12). Bulanık mantıkta Mamdani, Larsen, Tsukamoto ve Sugeno yöntemleri bir çıkarım elde edebilmek için kullanılan yöntemlerdir (Kanat, 2016:73).

4.4.1. Mamdani Yöntemi

Mamdani bulanık mantık modeli ilk olarak Queen Mary College'de profesör olan H. Mamdani tarafından ortaya atılmıştır (Duru, vd., 2008:62). Mamdani 1972 yılında buhar makinesini ve kazan bileşenlerini kontrol edebilmek için geliştirmiştir. Mamdani yöntemi özellikle insan konuşma ve anlama yapısına uygun olarak kullanılabilmesi nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Aslan ve Kızıl , 2018:71). İlk bulanık tabanlı kontrol sistemi olarak kullanılmıştır. Sezgiye dayalı olarak kurulması, insana özgü terimlere yakınlığı nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Değerli, 2008:1).

Mamdani tipi bulanık mantık modellemesi Eğer-İse şeklinde oluşturulan önermeler oluşturulması suretiyle uzman tecrübesinden faydalanmaktadır (Ösna, 2013:17). Mamdani tipi bulanık model kolay oluşturulabilmesi ve insan davranışlarını yansıtması nedeniyle yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Diğer bulanık mantık modellerinin temelini oluştururan modeldir (Aslangiray, 2011:53).

Mamdani tipi bulanık mantık modellemesi beş aşamadan oluşmaktadır. İlk adımda giriş parametreleri bulanık hale getirilmektedir. Bulanık ifadeler yardımıyla giriş parametrelerinin üyelik dereceleri 0 ve 1 aralığında değer alacak şekilde belirlenmiş olur. İkinci adımda ise bulanık mantık işlemleri yardımıyla kural ağırlıkları belirlenmektedir. Daha sonraki adımda ise bulanık kümeye ve/veya gibi mantıksal işlemciler uygulanmaktadır. Dördüncü aşamada ise her bir kuralın çıktısı olan bulanık kümeler birleştirilerek sonuçlar toplanır. En son adımda ise durulaştırma işlemi yapılmaktadır. Bu işlem ile bulanık küme sonuçları tek bir sayı haline dönüştürülmektedir. Literatürde en çok kullanılan bulanık çıkarım yöntemi Mamdani yöntemidir (Karademir, 2018:49).

4.4.2. Larsen Yöntemi

Larsen yöntemi, mamdani yöntemine oldukça benzer özellik göstermektedir. Bu yöntemde mamdani yöntemi gibi kolay uygulanabilmesi ve tatmin edici sonuçlar sağlanabilmesi nedeniyle en sık kullanılan yöntemlerden birisidir. Yöntemler arasındaki en büyük fark ise mamdani yöntemi minimum işlemi yerine çarpım işlemi uygulamasından kaynaklanmaktadır (Kanat, 2016.74).

4.4.3. Tsukamoto Yöntemi

Tsukamoto bulanık çıkarım sistemi, sonuç kısımları monoton üyelik fonksiyonlarından oluşan kurallardan meydana gelmektedir. Bu çıkarım sisteminde kullanılan kuralların koşulları bulanıkken sonuç kısımlarında elde edilen çıktılar ise

kesin değerlerdir. Belirlenen herbir kuralın sonucunun ağırlıklı ortalaması alınarak nihai olan çıktılara ulaşılır (Mutlu, 2014:10).

Mamdani ve Larsen yöntemleri kullanılması sonucunda elde edilen çıktılar bulanık sonuçlar üretirken bu yöntem diğer iki yöntemden farklı olarak net sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla bu yöntemde çıktıların ayrıca bir durulama işlemine sokulmasına gerek kalmamaktadır (Kanat, 2016:75).

4.4.4. Sugeno Yöntemi

Sugeno tipi bulanık çıkarım sistemi, sistematik bir yaklaşımla girdi ve çıktılara ait bulanık kuralların oluşturulmasını sağlamaktadır. Sugeno yöntemi, Mamdani ve Tsukamoto yöntemlerine göre parametreleri optimize edilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Sugeno bulanık çıkarım sisteminde sonuç kısmında elde edilen çıktı değişken, girdi değişkenlerinin lineer bir fonksiyonudur (Köse, vd. 2011:163).

Sugeno bulanık çıkarım sistemi Mamdani yöntemine birçok açıdan benzerlik göstermektedir. Bulanık çıkarım işleminin ilk iki aşaması tamamen aynıdır. Bu iki yöntem arasındaki en temel fark ise çıkış üyelik fonksiyonlarının lineer ve sabit olmasından kaynaklanmaktadır (Mathworks, 1995:86).

5. LİTERATÜR TARAMASI

Yapay zekanın bir alt dalı olarak kabul edilen bulanık mantık konusunda, literatürde farklı alanlarda yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Finans ve muhasebe alanında da bulanık mantık kullanılarak yapılmış çalışmalara rastlamak mümkündür. Finans ve muhasebe alanında yapılan çalışmalar çoğunlukla hisse senedi fiyat tahmini, finansal analiz, maliyet analizi, kar planlaması gibi konular üzerinde olduğu görülmektedir. Maliyet-Hacim-Kar Analizi yaklaşımının bulanık mantık kullanılarak tahmin edilmesi bu araştırmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu nedenle yapılan literatür taraması da bu konuda şekillendirilmiştir.

Aslan ve Kızıl (2018), yaptıkları çalışmada, bir sağlık kuruluşunun laboratuvar departmanında yaptığı açlık kan şekeri testinin kar zarar durumu bulanık mantık ile analiz edilmiştir. Çıkarım aşamasında Mamdani Bulanık Modeli kullanılmıştır. Analiz sonucunda sağlık işletmesinin tahmin edilen karı ise -541 TL olarak bulunmuştur. Bulunan sonucun %6,5 hata payı ile kabul edilebilir oranda yaklaşıldığı anlaşılmıştır.

Baral ve Aslan (2018), işletmelerin rekabet ortamında hayatta kalabilmeleri için doğru ve güvenilir maliyet tahminlemesine ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmada değişken maliyetler bulanık mantık ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. MATLAB programı yardımıyla analiz gerçekleştirilmiştir. %9 hata payı ile maliyet tahminlemesi gerçekleştirilmiştir.

Aslan ve Yılmaz (2018), belirsizlik koşulları altında faaliyet hacim kar analizi bulanık mantık ile tahmin edilerek sonuçlar gerçek değerler ile tahmin edilmiştir. Çalışmanın uygulama modeli, 3 giriş (test sayısı, maliyet, satış fiyatı) ve 1 çıkıştan (kar) oluşmaktadır. Tahmini kar 1.422TL olurken gerçekleşen kar ise 1.522TL olarak bulunmuştur. %7 hata payı ile fiili sonuca bulanık mantık ile yaklaşılabilmektedir.

Çelik (2016) çalışmasında, sürece dayalı faaliyet tabanlı maliyet sistemindeki verilerin eksikliğinden doğabilecek yanlışlıkları telafi etmek ve daha güvenilir maliyet bilgisi sunabilmek için bulanık sürece dayalı faaliyet tabanlı maliyet sistemi kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Ergülen ve Deran (2009), bulanık mantık çerçevesinde bir işletmenin taşıma maliyetlerini analiz etmişlerdir. İşletmenin taşıma sefer sayısı ve yük kapasiteleri kullanılarak yapılan analizde aynı yükü bulanık mantık ile daha az seferde ve daha düşük maliyetle karşılayabileceğini tespit etmişlerdir. Buna göre taşıma sefer sayısını %30 oranında azaltılırken taşıma maliyetlerinde %11,51 oranında tasarruf edilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Baral (2011) doktora tezinde, maliyet tahmini ve kar planlaması aşamasında var olan belirsizlikler karar almayı zorlaştırabilir. Bu nedenle çalışmada belirsizlik değişkenleri arasında maliyet hacim kar analizini bulanık mantık yardımıyla tahmin etmeye çalışmıştır. Analiz hem üretim hemde hizmet işletmesi üzerinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda Fuzzy Logic ile bulunan sonuçlar formüller yardımıyla bulunan sonuçlara kabul edilebilir oranda yaklaşıldığını göstermiştir.

Doğan (2018) doktora tezinde, bir konaklama işletmesinde Faaliyet Tabanlı Maliyetleme ve Bulanık Mantık Yöntemleriyle Maliyet Hacim Kar analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre ileriye yönelik tahminlerde belirsizlik şartlarında MHK analizlerinin Bulanık Mantık yöntemiyle birleştirilerek kullanılabileceğini ve gerçeğe yakın sonuçlar elde edilebileceğini tespit etmişlerdir.

Arslan (2012) tezinde, işletmede optimum karı sağlayacak mamul karmasının tespit edilmesinde Kısıtlar Teorisi ile Maliyet Hacim Kar Analizlerinde Bulanık Mantık uygulanabilirliğini araştırmıştır.

6. BULANIK MANTIKTA MALİYET HACİM KAR ANALİZİ: BİR ÜRETİM İŞLETMESİ UYGULAMA ÖRNEĞİ

Çalışmanın bu bölümünde Karaman Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir üretim işletmesine ait üretim verileri kullanılarak bulanık mantıkta maliyet tahmini yapılacaktır. Uygulamada MATLAB programının Fuzzy Logic Toolbox modülü kullanılacaktır. Çalışmada yapay sinir ağlarının bir alt dalı olarak kabul edilen bulanık mantık kullanılarak maliyet tahmini yapılacaktır. Geleneksel maliyetleme yöntemine göre hesaplanan sonuçlar ile bulanık mantık ile hesaplanan sonuçlar karşılaştırılacaktır.

Çalışmanın analiz kısmında üretim bilgilerinden yararlanılan firma, 1996 yılında Karaman Organize Sanayi Bölgesi içerisinde küçük bir üretim atölyesi olarak faaliyetlerine başlamıştır. Bugün ise 6 bin metre kare açık ve bin metrekare kapalı olmak üzere toplam 7 bin metre kare alanda faaliyet göstermektedir. Faaliyet konusu tahin helvası, tahin, pekmez, reçel üretimi gerçekleştiren bir gıda üretim işletmesidir. Bulanık mantıkta maliyet tahmini için işletmenin helva üretim hattına ait üretim miktarı, maliyet ve satış verileri kullanılacaktır. İşletme sade, kakaolu, fıstıklı ve cevizli helva üretimini farklı ebatlarda paketler ile satışını gerçekleştirmektedir. İşletmenin günlük helva üretim kapasitesi ise 5 ton'dur.

6.1. Çalışmanın Amacı

İşletmelerin hayatta kalabilmesi, sürdürülebilir bir büyüme göstermesi, rekabet edebilmesi, faaliyetlerini sürdürebilmesi ve belirsizlik koşulları altında karar verebilmesi için tam, doğru ve güvenilir maliyet bilgisine ihtiyaç duymaktadırlar. İşletmede maliyeti tespit edilemeyen bir ürünün fiyatının belirlenmesi, birim ve toplam karının hesaplanması mümkün değildir. Zira işletmede ölçülemeyen bir maliyetin yönetilebilmesinin imkanı yoktur. Bu nedenle sağlıklı üretilen maliyet bilgisi işletmeler için hayati önem taşımaktadır.

Bu çalışma da Karaman Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren bir işletmenin helva üretim hattına ait üretim verileri kullanılarak bulanık mantık yöntemi ile maliyet tahmini yapılması amaçlanmıştır. Bulanık mantık ve klasik hesaplamalar ile elde edilen bulgular karşılaştırılarak sonuçlar kıyaslanacaktır.

6.2. Çalışmanın Kısıt ve Sınırlılıkları

Çalışmada, Maliyet Hacim Kar analizi uygulaması hem geleneksel hesaplamalar hemde bulanık mantık yaklaşımı ile analiz edilecektir. Bu nedenle çalışmanın kısıt ve varsayımları maliyet hacim kar analizi ve bulanık mantığa göre şekillenmiştir. Belirlenen kısıtlamalar ise şu şekilde sıralanabilir:

- İşletmeye ait tüm maliyet kalemleri sabit ve değişken olarak ikiye ayrılmıştır.
- Belli bir dönem aralığında işletmenin sabit maliyetleri değişiklik göstermemektedir. Çalışma dönemine ait sabit giderlerin değişmediği varsayılmıştır.
- Değişken maliyetler üretim hacmine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.
- İşletmenin analizi yapılan ürününe ait satış fiyatı sabittir. Satış fiyatları aylık güncellemeler yapılarak düzeltildiği için çalışma döneminde birim satış fiyatları değişiklik göstermemiştir.

- Analiz döneminde girdi maliyetlerinin değişmediği varsayılmıştır.
- İşletmenin stok bulundurmadığı ve üretimi yapılan ürünlerin tamamını sattığı varsayılmıştır.
- Bulanık mantıkta üyelik fonksiyonu için satış geliri, değişken maliyet ve sabit maliyet verileri giriş değişkenleri olarak kabul edilmiştir.
- Üyelik fonksiyonunun çıkış değişkeni ise kar olarak tanımlanmıştır.
- Üyeliklerin sınırları belirlenirken uzman kişilerin görüşlerinden faydalanılır. Bu nedenle çalışmada üyelik sınırları işletme yöneticisi, üretim sorumlusu ve muhasebe servisinden elde edilen bilgiler doğrultusunda belirlenmiştir.
- Çalışmada işletmeye ait üretim verileri için 2021 yılı Kasım dönemine ait veriler kullanılmıştır. Helva tüketiminin kış aylarında daha fazla olması ve yıllık ortalama satış miktarını Ekim, Kasım, Aralık aylarının daha iyi yansıması nedeniyle Kasım ayı verileri çalışmada kullanılmıştır.

6.3. Çalışmanın Uygulanması

6.3.1. İşletmeye Ait Satış ve Maliyet Bilgileri

Çalışma işletmenin 2021 yılı Kasım ayına ait üretim verileri kullanılarak oluşturulmuştur. İşletmenin analiz döneminde yaptığı satış miktarı birim satış fiyatı ve satış tutarı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 1: Satış Gelirleri

Helva Türleri	Satış Miktarı	Toplam Satışlar İçinde Ürünün Payı	Satış Tutarı
Sade	4.100 kg	% 36	57.400,00 TL
Kakaolu	3.200 kg	%28	48.000,00 TL
Cevizli	2.700 kg	%24	44.550,00 TL
Fıstıklı	1.400 kg	%12	26.600,00 TL
Toplam Miktar	11.400 kg	Toplam Gelir	176.550,00 TL

Tablodaki bilgilere göre işletmenin kasım ayı satış miktarı 11.400kg olarak gerçekleşmiştir. Tabloya göre en çok satış sade olarak hazırlanan ürün grubunda olduğu anlaşılmaktadır. Bunun karşılığında ise elde edilen toplam gelir 176.550,00TL olarak bulunmuştur.

İşletme sahibi, yönetici ve muhasebe sorumlusundan edinilen bilgilere göre firmaya ait maliyet bilgileri ve tutarları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 2: Maliyet Bilgileri

Maliyet Kalemleri	Tutarları
Tahin	62.100,00 TL
Şeker	20.100,00 TL
Kakao (%5)	3.520,00 TL
Ceviz	2.970,00 TL
Fıstık	5.950,00 TL
Sitrik Asit	128,70 TL
Su Gideri	575,00 TL
Elektrik	1.305,00 TL
Doğalgaz	1.554,00 TL
Diğer Çeşitli Giderler	2.554,00 TL
İşçilik	11.052,00 TL
Bina ve Makine Amortismanlarından Aldığı Pay	30.000,00 TL
Toplam Maliyet	141.808,70 TL

İşletmenin helva satışından elde ettiği gelir ve bu geliri elde edebilmek için katlandığı giderlere ait bilgiler kullanılarak işletmenin kasım ayına ait kar bilgisi bulunabilir.

Bina ve makine amortismanının sabit gider niteliği taşıması aynı zamanda işçi ücretlerinin sabit maaş olarak ödenmesi nedeniyle işletmenin sabit giderleri 41.052,00TL olarak bulunmuştur. Aynı döneme ait üretilen 11.400 Kg ürün nedeniyle oluşan değişken maliyetler toplamı ise 100.756,70TL olarak gerçekleşmiştir. Bu bilgilere göre işletmenin katkı payı esasına göre gelir tablosu oluşturulabilir.

Satış Gelirleri	176.550,00 TL
Toplam Değişken Maliyetler	100.756,70 TL

Katkı Payı	75.793,30 TL
Toplam Sabit Maliyet	41.052,00 TL
Kasım Ayı Kar Tutarı	34.741,30 TL

Katkı payı esasına göre işletmenin kasım ayı karı 34.741,30 TL olarak gerçekleşmiştir. İşlemenin başabaş noktasını tespit edebilmek için birim satış fiyatı ve birim değişken maliyet bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. İşletme dört farklı helva çeşidi üretmesi nedeniyle değişken maliyetler ve satış fiyatı ortalama olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ortalama Birim Değişken Maliyet} = \frac{\text{Toplam Değişken Maliyet}}{\text{Satış Miktarı}}$$

$$\text{Ortalama Birim Değişken Maliyet} = \frac{100.756,70 \text{ TL}}{11.400 \text{ kg}} = 8,84 \text{ TL/Kg}$$

$$\text{Ortalama Birim Satış Fiyatı} = \frac{\text{Toplam Satış Geliri}}{\text{Satış Miktarı}}$$

$$\text{Ortalama Birim Satış Fiyatı} = \frac{176.550,00 \text{ TL}}{11.400 \text{ Kg}} = 15,49 \text{ TL/Kg}$$

$$\text{Başabaş Noktası Miktar} = \frac{\text{Sabit Maliyetler}}{\text{Birim Satış Fiyatı} - \text{Birim Değişken Maliyet}}$$

$$\text{Başabaş Noktası Miktar} = \frac{41.052,00 \text{ TL}}{(15,49 \text{ TL} - 8,84 \text{ TL})} = 6.125 \text{ Kg}$$

Başabaş Noktası Tutar = Başabaş Noktası Miktar x Birim Satış Fiyatı

$$\text{Başabaş Noktası Tutar} = 6.125 \text{ Kg} \times 15,49 \text{ TL} = 94.876,25 \text{ TL}$$

Yapılan hesaplamalara göre işletmenin birim değişken maliyeti 8,84TL olarak bulunurken birim satış fiyatı ise 15,49TL olarak hesaplanmıştır. İşletme başabaş noktasına ulaşabilmesi için 6.125 Kg ürün satışı gerçekleştirmesi gerekmektedir. Başabaş noktasının tutarı ise 94.876,25TL olarak bulunmuştur.

6.3.2. Bulanık Mantık Dilsel Terimleri

Bulanık mantıkta maliyet hacim kar analizi yapabilmek için çıkarım yöntemi olarak mamdani çıkarım yöntemi kullanılmıştır. Bulanık mantık çözümlemesinde üçgen üyelik fonksiyonu kullanılmıştır.

Girdi değişkenleri olarak; satış geliri, değişken maliyet ve sabit maliyet kullanılmıştır. Tek çıktı değişkeni olarak ise kar belirlenmiştir. Bu giriş ve çıkış değişkenlerine ait dilsel terimler; giriş değişkenleri için üç, çıkış değişkeni için ise beş dilsel terim olacak şekilde belirlenmiştir. Belirlenen girdi/çıktı değişkenleri ve dilsel terimler aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 3: Girdi Değişkenleri Dilsel Terimleri

Girdi Değişkenleri	Dilsel Terimler
Satış Gelirleri (SG)	Düşük
	Orta
	Yüksek
Değişken Maliyetler (DM)	Düşük
	Orta
	Yüksek
Sabit Maliyetler (SM)	Düşük
	Orta
	Yüksek

Tabloda görüldüğü üzere girdi değişkeni olarak belirlenen satış fiyatı, satış hacmi, değişken maliyetler ve sabit maliyetler “Düşük, Orta, Yüksek” olarak üç dilsel değişken ile ifade edilmiştir.

Tablo 4: Çıktı Değişkeni Dilsel Terimleri

Çıktı Değişkeni	Dilsel Terimler
Kar	Çok Düşük
	Düşük
	Orta
	Yüksek
	Çok Yüksek

Yukarıdaki tablodan da anlaşıldığı üzere tek çıktı değişkeni olarak kabul edilen kar için “Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek” olarak beş dilsel değişken kullanılmıştır.

İşletme yönetici ve çalışanları ile birlikte girdi ve çıktı değişkenlerine ait belirlenen üyelik fonksiyonları aşağıdaki gibidir.

Tablo 5: Üyelik Fonksiyonları

Girdi Değişkenleri	Dilsel Terimler	Aralık (TL)	
Satış Geliri (SG)	Düşük	110.000,00	135.000,00
	Orta	130.000,00	160.000,00
	Yüksek	155.000,00	185.000,00
Değişken Maliyetler (DM)	Düşük	55.000,00	67.000,00
	Orta	65.000,00	80.000,00
	Yüksek	75.000,00	95.000,00
Sabit Maliyetler (SM)	Düşük	24.000,00	30.000,00
	Orta	29.000,00	35.000,00
	Yüksek	34.000,00	40.000,00
Çıktı Değişkeni	Dilsel Terimler	Aralık(TL)	
Kar	Çok Düşük	0	25.000,00
	Düşük	20.000,00	30.000,00
	Orta	29.000,00	45.000,00
	Yüksek	44.000,00	70.000,00
	Çok Yüksek	69.000,00	100.000,00

İşletmenin sadece helva üretim hattına ait üretim verileri kullanılmıştır. İşletmede sade, kakaolu, fıstıklı, cevizli olmak üzere dört farklı helva üretimi yapılmaktadır. Modelin kurulabilmesi için ortalama satış fiyatı belirlenmiştir.

6.3.3. Bulanık Kurallar

Girdi ve çıktı değişkenleri belirlendikten sonra nedensellik ilişkisi kurulabilmesi için bulanık kontrol kuralları oluşturulur. Bu aşamada şartlı ifadeler ile kurulan kurallar oluşturulmaktadır. Bunun için “if-then-else” (Eğer O Halde) yapıları ile kurallar tablosu oluşturulur. Belirlenen giriş değerlerine göre çıkış değerinin bulanık değeri belirlenmiş olur. 3 giriş değişkeni

bulunması ve bunlara ilişkin üç farklı dilsel terim kullanılması nedeniyle $3^3 = 27$ adet kural belirlenmiştir. Buna göre işletme için belirlenen bulanık kurallar aşağıda gösterildiği gibidir.

Tablo 6: Bulanık Kurallar

Sıra No	Satış Geliri-SG	Sabit Maliyet-SM	Değişken Maliyet-DM	Kar
1	Düşük	Yüksek	Yüksek	Çok Düşük
2	Düşük	Yüksek	Orta	Düşük
3	Düşük	Yüksek	Düşük	Orta
4	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Düşük
5	Düşük	Orta	Orta	Düşük
6	Düşük	Orta	Düşük	Orta
7	Düşük	Düşük	Yüksek	Düşük
8	Düşük	Düşük	Orta	Düşük
9	Düşük	Düşük	Düşük	Orta
10	Orta	Yüksek	Yüksek	Düşük
11	Orta	Yüksek	Orta	Orta
12	Orta	Yüksek	Düşük	Yüksek
13	Orta	Orta	Yüksek	Düşük
14	Orta	Orta	Orta	Orta
15	Orta	Orta	Düşük	Yüksek
16	Orta	Düşük	Yüksek	Düşük
17	Orta	Düşük	Orta	Orta
18	Orta	Düşük	Düşük	Yüksek
19	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta
20	Yüksek	Yüksek	Orta	Yüksek
21	Yüksek	Yüksek	Düşük	Çok Yüksek
22	Yüksek	Orta	Yüksek	Yüksek
23	Yüksek	Orta	Orta	Çok Yüksek

24	Yüksek	Orta	Düşük	Çok Yüksek
25	Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek
26	Yüksek	Düşük	Orta	Çok Yüksek
27	Yüksek	Düşük	Düşük	Çok Yüksek

Kural tablosunun hazırlanmasında işletme yöneticilerinden yardım alınmıştır. Oluşturulan bu bulanık kuralların MATLAB Fuzzy Logic Toolbox modülüne aktarılırken gösterimi aşağıdaki gibi olacaktır.

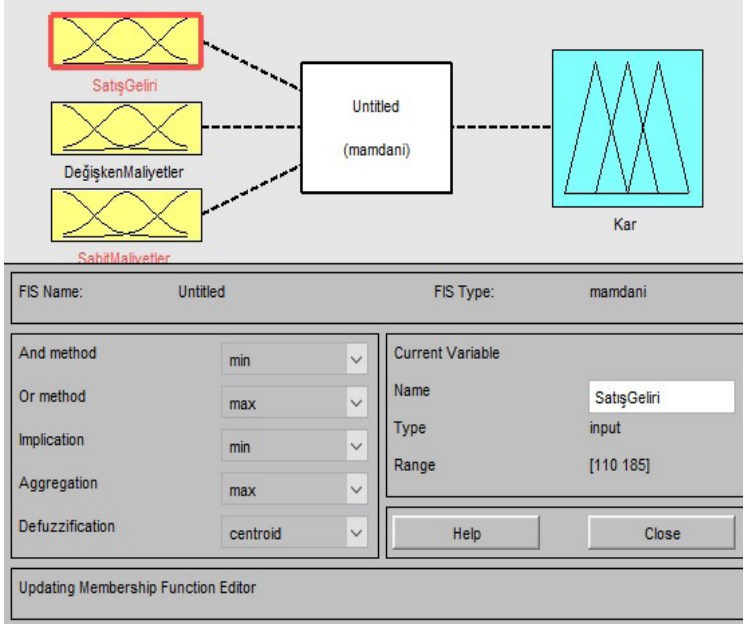
Kurallar;

1. Eğer (İf) SG Düşük, SM Yüksek, DM Yüksek ise (Then) Kar Çok Düşük
2. Eğer (İf) SG Düşük, SM Yüksek, DM Orta ise (Then) Kar Düşük
3. Eğer (İf) SG Düşük, SM Yüksek, DM Düşük ise (Then) Kar Orta
4. Eğer (İf) SG Düşük, SM Orta, DM Yüksek ise (Then) Kar Çok Düşük
5. Eğer (İf) SG Düşük, SM Orta, DM Orta ise (Then) Kar Düşük
6. Eğer (İf) SG Düşük, SM Orta, DM Düşük ise (Then) Kar Orta
7. Eğer (İf) SG Düşük, SM Düşük, DM Yüksek ise (Then) Kar Düşük
8. Eğer (İf) SG Düşük, SM Düşük, DM Orta ise (Then) Kar Düşük
9. Eğer (İf) SG Düşük, SM Düşük, DM Düşük ise (Then) Kar Orta
10. Eğer (İf) SG Orta, SM Yüksek, DM Yüksek ise (Then) Kar Düşük
11. Eğer (İf) SG Orta, SM Yüksek, DM Orta ise (Then) Kar Orta

- 12.Eğer (İf) SG Orta, SM Yüksek, DM Düşük ise (Then) Kar Yüksek
- 13.Eğer (İf) SG Orta, SM Orta, DM Yüksek ise (Then) Kar Düşük
- 14.Eğer (İf) SG Orta, SM Orta, DM Orta ise (Then) Kar Orta
- 15.Eğer (İf) SG Orta, SM Orta, DM Düşük ise (Then) Kar Yüksek
- 16.Eğer (İf) SG Orta, SM Düşük, DM Yüksek ise (Then) Kar Düşük
- 17.Eğer (İf) SG Orta, SM Düşük, DM Orta ise (Then) Kar Orta
- 18.Eğer (İf) SG Orta, SM Düşük, DM Düşük ise (Then) Kar Yüksek
- 19.Eğer (İf) SG Yüksek, SM Yüksek, DM Yüksek ise (Then) Kar Orta
- 20.Eğer (İf) SG Yüksek, SM Yüksek, DM Orta ise (Then) Kar Yüksek
- 21.Eğer (İf) SG Yüksek, SM Yüksek, DM Düşük ise (Then) Kar Çok Yüksek
- 22.Eğer (İf) SG Yüksek, SM Orta, DM Yüksek ise (Then) Kar Yüksek
- 23.Eğer (İf) SG Yüksek, SM Orta, DM Orta ise (Then) Kar Çok Yüksek
- 24.Eğer (İf) SG Yüksek, SM Orta, DM Düşük ise (Then) Kar Çok Yüksek
- 25.Eğer (İf) SG Yüksek, SM Düşük, DM Yüksek ise (Then) Kar Yüksek
- 26.Eğer (İf) SG Yüksek, SM Düşük, DM Orta ise (Then) Kar Çok Yüksek
- 27.Eğer (İf) SG Yüksek, SM Düşük, DM Düşük ise (Then) Kar Çok Yüksek

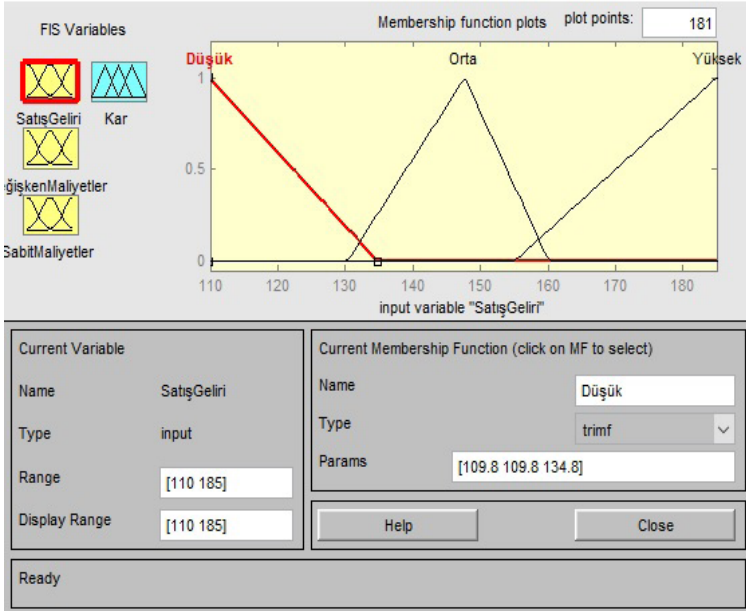
Daha önce belirlenen 3 giriş (Satış Geliri, Değişken Maliyet ve Sabit Maliyet) ile 1 çıkış (Kar) değişkenleri MATLAB

programına Fuzzy Logic Toolbox kullanılarak programa tanımlanmıştır. Tanımlamanın program görseli ise aşağıda gösterildiği gibidir.

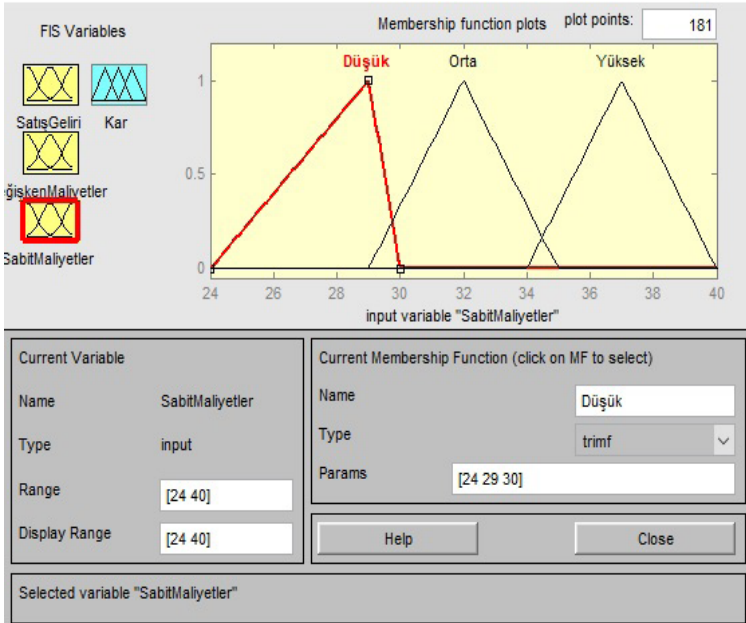


Şekil 14: Girdi ve Çıktı Değişkenlerinin Tanımlanması

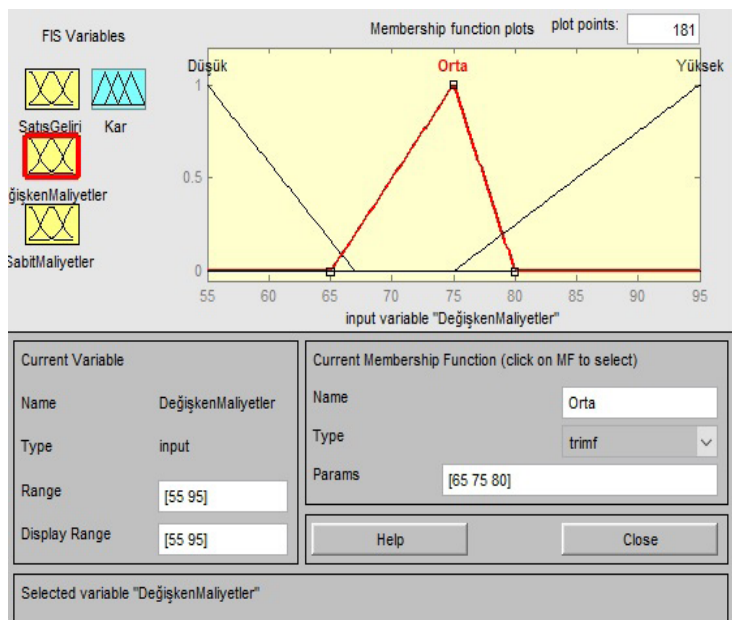
Giriş değişkenleri için belirlenen 3'er dilsel terim (Düşük, Orta, Yüksek) ile çıkış değişkeni olan kar için belirlenen 5 dilsel terim (Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek, Çok Yüksek) üçgen üyelik fonksiyonu kullanılarak programa tanımlanmıştır. Bu tanımlamalara ait program görselleri ise aşağıdaki şekiller ile gösterilmiştir.



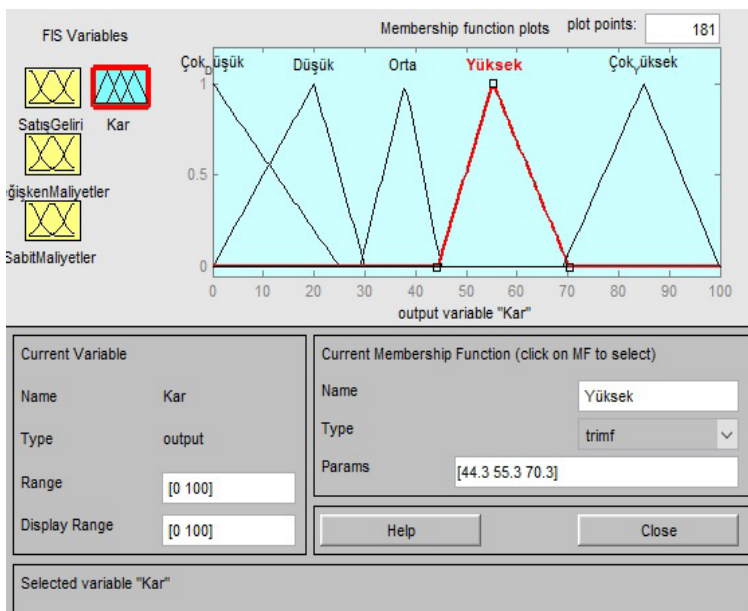
Şekil 15: Satış Gelirleri Üyelik Fonksiyon Tanımlaması



Şekil 16: Sabit Maliyetler Üyelik Fonksiyon Tanımlaması

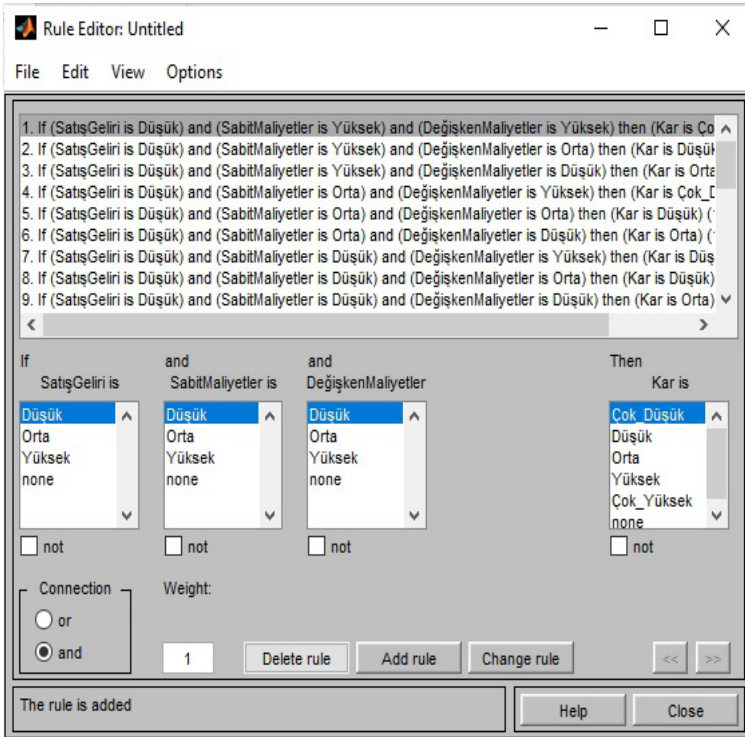


Şekil 17: Değişken Maliyetler Üyelik Fonksiyon Tanımlaması



Şekil 18: Kar Üyelik Fonksiyon Tanımlaması

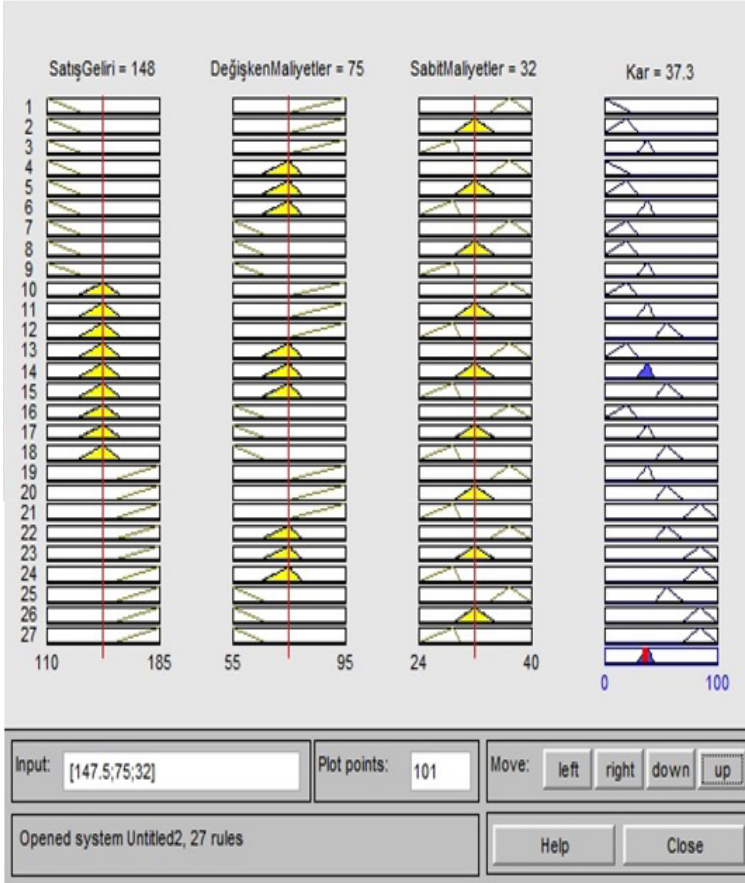
Satış geliri, sabit maliyet, değişken maliyet ve kar değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları programa tanımlandıktan sonra belirlenen bulanık kurallar programa aktarılır. Daha önce 3 giriş değişkeni için üç farklı dilsel terim kullanılması nedeniyle 27 adet kural oluşturulmuş ve bulanık kurallar tablosunda sırasıyla gösterilmiştir. Bulanık kontrol kurallarının çalışabilmesi için oluşturulan “if...then” yapılarının programda gösterimi aşağıdaki şekilde olacaktır.



Şekil 19: Bulanık Kurallar

Bulanık mantık kapsamında oluşturulan Maliyet Hacim Kar analizine ait model MATLAB programının kural tabanı aracılığıyla işlenmiştir. Bu sayede sayılar bulanık sayılar haline getirilmiştir. Analizde Mamdani çıkarım yöntemi kullanılmıştır. Max-min çıkarım mekanizması ile çıkarımlar yapılmıştır. Durulaştırma işleminde ise Ağırlık Merkezi metodu ile bulanık

hale getirilen sayılar durulaştırılmıştır. Bu işlemlerin sonucu olarak elde edilen model çıktısı aşağıda yer alan şekilde gibidir.



Şekil 20: Kar Çıkarımı

Bulanık mantık kuralları işlenerek kurulan modele göre işletmenin karı 37.300TL olarak bulunmuştur. Maliyet hacim kar analizi ile hesaplanan kar ise 34.741,30 TL olarak bulunmuştur. Geleneksel yöntemle hesaplanan kar ile bulanık mantık kullanılarak bulunan kar arasında 2.558,70TL fark bulunmaktadır. %6,85 hata payı ile işletmenin karı tahmin edilebilmiştir. Ayrıca kar çıkarımının yer aldığı Şekil-11'de

görüldüğü üzere satış geliri, değişken maliyet ve sabit maliyetler üzerinde yer alan çizgilerin kaydırılarak kar üzerindeki etkisi kolayca görülebilir. Bir başka ifade ile giriş değişkenleri üzerinde yapılacak bir değişikliğin çıkış değişkeni olan kar üzerinde nasıl etki edeceği kolaylıkla görülebilir.

7. SONUÇ

Yapay zekanın bir alt dalı olarak kabul edilen bulanık mantık aslında belirsizlik koşulları altında karar vermeyi kolaylaştıran bir yöntemdir. Sisteme tanımlanan giriş ve çıkış değişkenleri arasındaki ilişkiyi belirlenen kurallar çerçevesinde açıklamaya çalışan ve insanın düşünme tarzını taklit eden bir sistem olduğu söylenebilir.

İşletmelerin içinde buldukları koşulların belirsizlikler içermesi ve karar almayı güçleştirmesi nedeniyle maliyet hacim kar analizinde bulanık mantığın kullanılabilmesi mümkündür. Bu bağlamda çalışmada MATLAB programının Fuzzy Logic Toolbox modülü kullanılarak bulanık mantıkta maliyet hacim kar analizi yapılmıştır. Mamdani çıkarım yöntemi kullanılarak yapılan çalışmada belirlenen üç giriş değişkeni için üçer dilsel terim, bir çıkış değişkeni için ise beş dilsel terim belirlenmiştir. Belirlenen 27 adet kural ile sayılar bulanıklaştırılmıştır. Durulaştırma işleminde ise ağırlık merkezi metodu kullanılmıştır.

Sonuç olarak, geleneksel yöntemle hesaplanan kar 34.741,30TL olarak hesaplanırken bulanık mantıkta 37.300,00TL olarak bulunmuştur. Buna göre %6,85 hata payı ile kar tahmin edilebilmiştir. MATLAB programı ile kurulan model sayesinde satış geliri, değişken maliyetler ve sabit maliyetlerde oluşan bir değişikliğin kâra olan etkisi çok kolay bir şekilde tespit edilebilecektir. Bunun için kar çıkarım tablosunda satış geliri ve maliyetlerde yapılacak bir değişiklik işletme karı üzerinde nasıl bir etki göstereceği anında tespit edilebilecektir.

KAYNAKÇA

- Abdioğlu, H. (2013). Maliyet Muhasebesi. Balıkesir: Dora Yayınları.
- Akdoğan, N. (2018). Tekdüzen Muhasebe Sisteminde Maliyet Muhasebesi Uygulamaları (10. Baskı b.). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Akgün, A. İ. (2017). Maliyet Muhasebesi Teori ve Uygulamaları. Bursa: Ekin Yayınevi.
- Akmeşe, H., & Kaya, S. (2017). Otellerde Yönetim Muhasebesi Uygulamaları: Maliyet-Hacim-Kar Analizleri Üzerine Bir Uygulama. *Social Sciences Studies Journal*, 3(11), 1840-1849.
- Anita, M., & Liana, S. (2010). Cost-Volume-Profit Analysis Contribution On Overcoming the Current Crisis in Hospitality Industry. *Annals of the "Ovidius" University, Economic Sciences Series*, 10(2), 463-467.
- Aruldoss, M., Lakshmi, T., & Venkatesan, V. (2013). A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications. *American Journal of Information Systems*, 1(1), 31- 43.
- Aslan, T., & Kızıl , C. (2018). Bulanık Mantık Yöntemiyle Açlık Kan Şekeri Karlılık Analizi: Bir Sağlık Kuruluşunda Uygulama. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 55, 59-84.
- Aslan, T., & Yılmaz, E. (2018). Bulanık Mantık Yöntemi İle Belirsizlik Şartlarında Faaliyet-Hacim-Kar Analizi. *Journal Of Business Research Turk*, 10(2), 534-553.
- Aslangiray, A. (2011). İstatistiksel Süreç Kontrolünde Bulanık Mantık Yaklaşımı ve Bir Uygulama. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Avder, E. (2012). Maliyet Muhasebesi. Ankara: Murathan Yayınevi.
- Baral, G. (2011). Bulanık Mantık Kuramını Kullanarak Belirsizlik Şartlarında Maliyet Hacim-Kar-Analizleri. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi Doktora Tezi.
- Baral, G., & Aslan, T. (2018). Bulanık Maliyet Tahminlemesi. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 53, 199-214.
- Birgili, E., Sekmen , F., & Esen, S. (2013). Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Finansal Yönetim Uygulamaları: Bir Literatür Taraması. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(19), 121-136.
- Birkan Yılmaz, Ş. (2015). Maliyet- Hacim Kar Analizinin Bankalarda Uygulanması. Malatya: T.C. İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .

- Bıyan, M. (2016). Bulanık Mantık Tabanlı Çalışan Disiplin Kurulu Yazılımının Gerçekleştirilmesi. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7(1), 819-842.
- Bıyıklı, S. U. (2016). Tedarik Zincirinin Bulanık Mantık İle Optimizasyonu. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Büyükmirza, K. (1995). Maliyet ve Yönetim Muhasebesi (4. Baskı b.). Ankara: Polat Yayıncılık.
- Cafferky, M. E., & Wentworth, J. (2014). Breakeven Analysis The Definitive Guide to Cost-Volume-Profit Analysis (2. Baskı b.). New York: Business Expert Press.
- Civelek, M., & Özkan, A. (2008). Maliyet ve Yönetim Muhasebesi. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Çelik, M. (2016). Bulanık Sürece Dayalı Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Sistemi. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 91-110.
- Çiğdem, R. (2022). Üretim Maliyetlerinin GRİ Tahmin ve Bulanık Mantık Yöntemleri İle Hesaplanması: Bir Tarım İşletmesi Uygulaması. Tokat: T.C. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Çoşgun Arslan, M. (2012). Kısıtlar Teorisi İle Maliyet-Hacim-Kar Analizlerinde Bulanık Mantık Uygulamaları. Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.
- Değerli, A. T. (2008). Maksimum Doğrultucu Moment Kolu Analizinin Bulanık Mantık ve Sinirsel Bulanık Mantık Kullanılarak Yapılması. Electronic Letters on Science & Engineering, 4(2), 1-10.
- Doğan, Ö. (2018). Bulanık Mantık ve Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Temelinde Maliyet Hacim Kar Analizleri: Bir Konaklama İşletmesi Örneği. Sakarya: Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.
- Duru, N., Kurtuluş, C., & Canbay, M. (2008). Gürültü Etkilerinin Bulanık Mantık Temelli Bir Yöntemle Analizi. Uygulamalı Yer Bilimleri(2), 62-75.
- Ekerğil, V. (2017). Maliyet Hacim Kar Analiz Tekniğinin Müşteri Karlılık Analizinde Kullanılması ve İşletmeler İçin Model Önerisi. İşletme Araştırmaları Dergisi, 9(3), 487-520.
- Erden, S. A. (2004). Geleneksel Maliyet Hacim Kar Analizinin Faaliyet Tabanlı Malileme Yaklaşımı İle Bütünleştirilmesi ve Stratejik Önemi. Öneri Dergisi, 6(22), 87-93.
- Ergülen, A., & Deran, A. (2009). Taşıma Maliyetlerinin Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) Yaklaşımı İle Yönetilmesi ve Finansal

- Performans Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. Muhasebe ve Finansman Dergisi(43), 227-236.
- Ertaş, F. Ç. (2016). Maliyet Muhasebesi TMS/TFRS İle Uyumlu (2. Baskı b.). İstanbul: Beta.
- Gopal, R. C. (2009). Accounting For Managers (Starting From Basics) (4. Baskı b.). New Delhi: New Age Publishers.
- Gökdoğan, S. E. (2018). Hastanelerde Maliyet Hacim Kar Analizi Uygulamaları. Ankara: T.C. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Gökkaya, T. (2021). Gazlı İçecek Üretim İşletmelerinde Maliyet-Hacim Kar Analizleri ve Bir Uygulama. Denizli: T.C. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi .
- Göksu , A. (2008). Bulanık analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite tercih Sıralamasında Uygulanması . Isparta: T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Gündüz, H. E. (2008). Maliyet Hacim Kar Analizi. K. Banar içinde, Maliyet Muhasebesi (s. 239-264). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Gürsoy, C. T. (1999). Yönetim ve Maliyet Yönetim Muhasebesi. İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım.
- Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. (2012). Cost Accounting A Managerial Emphasis (14. Edition b.). UK: Pearson Education.
- İnel, M. N. (2011). Belirsizlik Ortamında Fuzzy Finansal Oranlarla Karar Verme . İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Kanat, E. (2016). Hisse Senedi Fiyatlarının Bulanık Mantık Yöntemi İle Tahmin Edilmesi. Malatya: İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Karademir, T. N. (2018). İç Denetim Kapsamında İç Kontrol Riskinin Bulanık Mantıkla Modellenmesi ve Bir Uygulama. Giresun: Giresun Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Karakış, E. (2016). Bankaların Ticari Kredi Verme Davranışlarının Bulanık Mantık Topsis ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile İncelenmesi. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Sayısal Yöntemler Bilim Dalı Doktora Tezi.

- Karasakal, O. (2012). Bulanık PID Kontrolörleri İçin Çevrim İçin Kural Ağırlıklandırma Yöntemleri . İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Kartal, A. (1985). Belirsizlik Düzeyinde Maliyet- Hacim- Kar Analizlerine Normal Dağılım Yaklaşımı: bir İmalat İşletmesinde Uygulama Denemesi. Eskişehir: T.C. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Kaya, S. (2017). Otellerde Yönetim Muhasebesi Uygulamaları: Maliyet- Hacim- Kar Analizleri Üzerine Bir Uygulama. Konya: T.c. Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı Turizm İşletmeciliği bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Kaygusuz, S. Y. (2011). Kısıtlar Teorisi ve Maliyet Hacim Kar Analizi: Bir Çalışma Sayfası Modellemesi. Muhasebe ve Finansman Dergisi, 171-188.
- Kılıç, M. (2002). Belirsizlik Ortamında Maliyet- Hacim- Kar Analizleri ve Örnek Bir İşletmede Normal Dağılım Uyarlaması. Muğla: T.C. Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Kıyak, E., & Kahvecioğlu, A. (2003). Bulanık Mantık ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 1(2), 63-72.
- Köse, M., Terzi, Ö., İlker, A., & Ergin, G. (2011). Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi İle Kızılırmak Nehri'nin Akım Tahmini. (s. 162-165). Elazığ: 6. International Advanced Technologies Symposium.
- Lazol, İ. (2009). Maliyet Muhasebesi (4. Baskı b.). Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Lazol, İ. (2016). Maliyet ve Yönetim Muhasebesi. Bursa: Ekin Yayınevi.
- Math Works. (1995). Fuzzy Logic Toolbox, For Use With MATLAB. Natick- United States: The Mathworks Inc.
- Mutlu, B. (2014). Hiyerarşik Bulanık Çıkarıma Sistemlerinde Bulanıklığın Düzeyler Arası Aktarımı İçin Yöntem Önerisi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi.
- Ocak, S., Gider, Ö., Top, M., & Akar, Ç. (2004). Muğla Devlet Hastanesi Tomografi Ünitesi Maliyet-Hacim Kar Analizi. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi, 7(1), 3-38.

- Ösna, T. (2013). GIS Tabanlı Bir Mamdani Bulanık Mantık Çıkarsama Aracının Geliştirimi ve Heyelan Duyarlılık Haritası Üretimine Uygulanması. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Özel, S. (2010). Maliyet Muhasebesi. Ankara: Maliye ve Hukuk Yayınları.
- Özen, İ. (2020). Hastane Maliyetlerinin Yapısal Analizi. USBAD Uluslararası Sosyal Bilimler Akademisi Dergisi, 2(4), 907-926.
- Powers, T. L. (1987). Breakeven Analysis With Semifixed Costs. *Industrial Marketing Management*(16), 35-41.
- Sattarov, R. (2008). Kalite Fonksiyon Yayılımında Bulanık Mantık Yaklaşımı: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama . İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Savcı, M. (2013). Maliyet Muhasebesi (13. Baskı b.). Bursa: Ekin Yayınevi.
- Sayın, A., & Barman, H. (2020). Depo Tasarımı ve Sistemlerinin Gıda Sektöründe Uygulanması. *Turkish Studies- Social*, 15(3), 1445-1455.
- Sayın, A., & İrklı, K. (2020). Lojistik Faaliyetlerde Bilişim Teknolojileri Kullanılmasının Üretim İşletmesi Organizasyonuna Etkisi. *Turkish Studies-Economy*, 15(1), 519-540.
- Sultanoğlu, B., & Özerhan, Y. (2018). Muhasebe Teorisi ve Yeni Kavramsal Çerçeveye Göre Varlık, Borç ve Özkaynak Kavramlarının Tanımı ve Sunumu: Ülkelerarası Karşılaştırma. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 40(2), 319-346.
- Şenel, Ö. S. (1990). Risk ve Belirsizlik Düzeyinde Maliyet Hacim Kar Analizlerine Simulasyon Yaklaşımı ve Bir İmalat İşletmesinde Uygulama. Eskişehir: T.C. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.
- Tireci, A. D. (1998). Kar Planlaması ve Maliyet Hacim Kar Analizinin Yönetim Kararlarına Etkisi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Topcu, N. (1997). Birleşik Üretim Ortamında Maliyet- Hacim- Kar Analizleri. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Türkbey, O. (2003). Çok Amaçlı Makina Sıralama Problemi İçin Bir Bulanık Güçlü Metod. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(3), 81-98.

- Weetman, P. (2013). *Financial Management Accounting An Introduction*. Edinburgh: Pearson Education.
- Yıldız, A., & Ceran, Y. (2018). Otel Yönetiminde Muhasebe Bilgi Sistemi ve Pazarlama Bilgi Sisteminden Yararlanılarak Stratejik Pazarlama Kararlarının Alınması: X Otel İşletmesinde Uygulama. *Bilge Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 112-129.
- Yıldız, B. (2009). *Finansal Analizde Yapay Zeka*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Yuan, F. C. (2009). The Use Of A Fuzzy Logic- Based System İn Cost-Volume-Profit Analysis Under Uncertainty. *Expert Systems with Applications*(36), 1155-1163.
- Yükçü, S. (2015). UFRS Örneklı, ERP Açıklamalı Yönetim Açısından Maliyet Muhasebesi (8. Baskı b.). İzmir: Altın Nokta.
- Zadeh , L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 338-353.