Tork ve Yakıt Tüketimine Bağlı Motor Başarımına Bulanık Mantık Yaklaşımı

Bilgehan Arslan[1], Süreyya Gülnar[2]

[1] Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

[2] Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara

bilgehan.arslan@gazi.edu.tr, sureyya.gulnar@gazi.edu.tr

Özet: Tork ve yakıt tüketimine bağlı motor başarımına bulanık mantık yaklaşımı başlıklı bu çalışmada; otomobil motor performansı, bulanık kontrol sistemi tasarımı ile tork ve saatlik yakıt tüketim miktarına göre hesaplanmıştır. Günlük yaşamımızda, kesin olduğunu düşündüğümüz ancak kesin olmayan durumlarla karşılaşırız. Bu durumların sistematik bir biçimde öngörülebilmesi ancak bazı kabullerin yapılmasından sonra mümkün olur. Bu belirsizliklerin bulanık mantık teorisi kapsamında analiz edilmesi mümkündür. Bulanık mantık, insan davranışlarına benzer bir şekilde mantıksal uygulamalarla, bilgisayarlara yardım eden bir bilgisayar mantık devrimidir. Bulanık Mantık ile geliştirilen sistemimizde motor performansı; tork yani birim zamanda araç tekerleğine yansıyan itme kuvveti ve yakıt tüketim değerleri göz önünü alınarak hesaplandı. Motor performansını belirleyen parametreler "Çok Düşük, Düşük, Normal, Yüksek, Çok Yüksek" olmak üzere dilsel beş değişken ile ifade edildi. Sistemimizde; yazılım dili olarak Java, grafik çizimleri için jFreeChart ve jCommon kütüphaneleri kullanıldı.

Anahtar Sözcükler: Bulanık Mantık, Motor Performans Değeri, jFreeChart, jCommon

Abstract : Automobile Engine Performance Computation Based On Torque and Fuel Consumption with Fuzzy Logic is related with automobile's fuel, fuzzy logic,Torque and fuel consumption per hours. Most of Company meet across a lot of problems with regard to glabolization on the World. These problems are indifferent and irrelevant each other because of these reason, fuzzy logic is the most effective method for solving them. Rapidly reducing technology is come along competitive environment so some criteria is more important than before. Automobile industry is one of them. Torque is per minute moment or moment of force for wheel. The higher torque the higher motor performance. Considering all these reasons, our system based on fuzzy logic and motor's performance is computed. We use "Very Lowest,Low,Normal,High, Very High" terms for our application table so motor performance is undestandable for users. Our system's programming language is Jawa and jFreeChart, jCommon is used for graph drawing.

Keywords: Fuzzy Logic,Computating Torque,Motor Performance Value,jFreeChart,jCommon

1. Giriş

Gün geçtikçe artan hassas ölçüm teknolojisi bir problemin çözümünü daha kesinden daha genel bir ifadeye doğru götürmektedir. Bugüne kadar karşılaşılan belirsizlik içeren problemler, ihtimaller teorisi gibi yapılar kullanılarak çözülmeye çalışılmıştır. İstatistik ve olasılık kuramında, belirsizliklerle değil kesinliklerle çalışılır ama insanın yaşadığı ortam daha çok belirsizliklerle doludur. İstatiksel yöntemlerde; rastgele karakterde olan olaylar genelde şans faktörüne endeksli olarak yorumlanır fakat karşılaşılan belirsizliklerin hepsi rastgele karakterde olmayabilir. Rastgele karakterde olmayan, sözel belirsizliklerin incelenip çözümlenmesi

istatistik veya ihtimaller teorisi gibi yöntemler ile yapılamaz.

Örneğin; günlük yaşamımızda karşılaştığımız birçok sorunu, kendi kişisel değer yargılarımız sonucu vardığımız sonuçlarla değerlendiririz. 70 yaş civarlarındaki bir birey ile 20 yaşlarındaki bir bireyin hız kavramları oldukça farklı olabilir. Birine göre "çok hızlı" ifade edilen hız kavramı diğerine göre "yavaş" olarak ifade edilebilir. Burada kullanılan yavaş ve hızlı kavramları insanların ima ettiği ve anlamlandırdığı sayısal anlayışların bir bütünüdür.

Bilgisayar, karar verme esnasında giriş verilerini yorumlayıp, girişteki verilerin hassasiyetlerine göre karar verip, sonuçları çıkış biriminden otomasyona göndererek belirsiz problemlerin hassas ölçüm teknolojisi ile çözümüne katkıda bulunur. Günümüzde; yapay sinir ağı, bulanık mantık, yapay zekâ, bulanık sinir ağı gibi yöntemler hassas ölçüm teknolojisine katkı sağlamak için ortaya çıkmıştır. Hassas ölçüm teknolojisinde kullanılan yöntemlerden biri olan bulanık mantık, klasik ikili mantığın tamamen doğru ve tamamen yanlış doğruluk değerleri arasında yer alan "kısmen doğru" kavramını da kapsayacak şekilde genişletilmesi sonucunda ulaşılan bir üst kümedir [1]. Çok net olmayan mantığa dayalı önermelerin, mantık süzgecinden geçirilerek incelenmesinin yapıldığı bir yöntem olarak da tanımlanabilmektedir [2]. Bulanık mantığın bir başka tanımı her olayın farklı bir doğruluk derecesine sahip olduğu bir küme üyeliğidir [2]. Burada birbiriyle ilişkili olayların oluşturduğu kümelerden bahsedilmektir. Örnek olarak hız kavramı oluşturan bir küme {çok yavaş, yavaş, orta hızlı, hızlı, çok hızlı} şeklinde verilebilmektedir [2].

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı ilk kez 1965 yılında California Berkeley Üniversitesinden Prof. Lotfi A.Zadeh'in bu konu üzerinde ilk makalelerini yayınlamasıyla duyuldu. O tarihten sonra önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş katı bir matematik düzen olarak tanımlanabilir [1]. Bulanık mantıkta çeşitli değişken kavramları bulunmaktadır. Bu değişkenlerden biri olan Linguistik değişken "sıcak" veya "soğuk" gibi kelimeler ile tanımlanabilen bir değişkendir. Bir linguistik değişkenin değerleri fuzzy kümeleri ile ifade edilir. Örneğin oda sıcaklığı linguistik değişken olarak "sıcak", "soğuk" ve "çok sıcak" diye ifade edilebilir. Bu üç ifadenin her biri ayrı ayrı fuzzy kümeleri ile modellenir.

Bulanık mantık da diğer önemli bir kavram küme yapısıdır. Elemanları x olan bir X evrensel küme düşünelim. Bu elemanların A X alt kümesine aitliği, yani bu altkümelerin elemanı olup olmadığı X' in {0,1}'de olan karakteristik fonksiyonu olarak belirlenir. Bu durum denklem 1 de olduğu gibi ifade edilir.

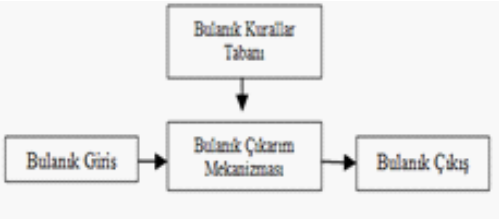
$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, \text{eğer } x \in A \\ 0, \text{eğer } x \in A \end{cases} \quad (1)$$

Bu teoride nesneler bir kümeye kısmen ait olabilir. Bu aitlik üyelik derecesi ile belirlenir. Bulanık kümelerde üyelik derecesi karakteristik fonksiyonun genelleştirilmesi ile ölçülür ve üyelik fonksiyonu olarak adlandırılır. Burada {0,1} kümesi yerine [0,1] arası kullanılır ve bu durumda üyelik fonksiyonu denklem 2 de gösterildiği gibi belirlenir.

$$\mu_A(x) : x \rightarrow [0,1] \text{ yani } 0 \leq \mu_A(x) \leq 1 \quad (2)$$

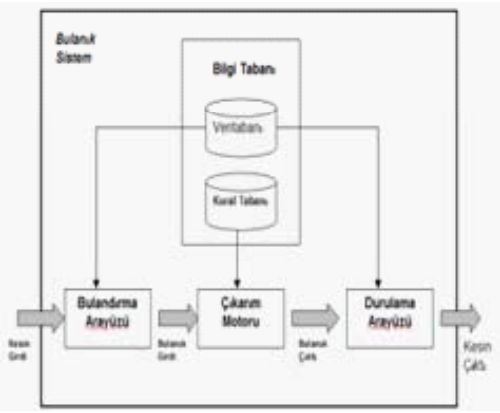
Bulanık kümeler, yapay zekâ alanında birçok uygulamada kullanılır. Bu uygulamaların en önemlilerinden birisi de dilsel hesaplamalardır. Burada amaç kesin rakamların yerine tabii dildeki ifadelerin kullanılarak mantıkta olduğu gibi hesaplamaların yapılabilmesidir. Şöyle ki; "Bugün hava çok sıcaktır" cümlesinde "Bugünün hava sıcaklığı" bir değişken ve "çok" onun değeri olarak ele alınabilir. "Hava sıcaklığı" değişkeni rakam olarak 250 °C, 300°C gibi değerler aldığında bu değişkeni matema-

tiksel olarak işlemek kolaydır. Bu işlem için birçok iyi yöntem mevcuttur. Fakat değişkenin değerini rakam olarak değil de kelime ("çok") olarak ele aldığımızda bu değişkeni işlemek için matematiksel bir yöntem mevcut değildir. Değişkeni işlemek için dilsel değişken kavramı kullanılır. Dilsel değişken, değişkenin değerinin tabii dilde kullanılan kelimeler ile ifade edilmesidir [4] .



Şekil 1. Temiz bulanık sistemlerin temel şeması

Şekil 1 bulanık sistemlerin temel şemasını göstermektedir. Bulanık sistemlerde giriş ve çıkış değerleri dilsel olarak kullanılır. Hâlbuki gerçek sistemlerde bu değerler kesindir, bulanık değildir. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için sistemin girişine bulanıklaştırıcı ve çıkışına durulaştırıcı ilave edilir. Bulanıklaştırıcı, girişteki kesin değerleri bulanık değerlere dönüştürür. Durulaştırıcı ise çıkıştaki bulanık değerleri kesin değerlere dönüştürür.



Şekil 2. Bulanık Sistem

Çalışmamızda; bulanık mantığın tercih edilme sebepleri ise şu şekilde açıklanabilir;

1) İnsan düşünme tarzına yakın olması.
2) Uygulanışının matematiksel modele ihtiyaç duymaması.
3) Yazılımın basit olması dolayısıyla ucuza mal olması.

Yukarıda sözü edilen avantajların yanında; uygulamada kullanılan kuralların oluşturulmasında bulanıklığa bağlılık, üyelik fonksiyonlarının deneme – yanılma yolu ile bulunması ise uzun zaman alan işlemlerdir. Kararlılık analizinin yapılışının zorluğu ise bulanık sistemlerin dezavantajlarındandır.

Çalışmanın ikinci bölümünde uygulama geliştirme sürecinde kullanılan teknikler; bileşik bulanık sistem, üçgen bulanıklaştırıcı, ağırlıklı ortalama yöntemi ve sistem gereksinimleri olmak üzere dört alt başlık incelenmiştir. Üçüncü bölümde, gerçekleştirilen uygulama açıklanmış ve son bölümde ise sonuç ve öneriler sunulmuştur.

2. Uygulamanın Geliştirilme Süreci ve Kullanılan Teknikler

Çalışmamızda; bir otomobilin Tork (t) ve saatlik yakıt tüketimi (Y) miktarına göre motor performansını (M-P) belirleyen bir bulanık kontrol sistemi tasarımı yapılması hedeflenmiştir. Kullanılan parametrelerin sınır değerleri denklem 3 de gösterildiği gibidir.

$$\text{Tork(t)}=[0–23] \quad Y=[2–12\ \text{kg/h}] , \quad MP=[15–40]\ \text{kW} \tag{3}$$

Motor performansını belirleyen parametreler ise "Çok Düşük, Düşük, Normal, Yüksek, Çok Yüksek" dilsel değişkenleri ile ifade edilmektedir. Bulanık mantık işlevselliği bakımından birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu durumda, sistemin gelişimi ve kullanılan teknik yapıların çeşitliliği açısından uygulanabilirlik avantajını yanında getirir. Bulanık mantık süreci incelense birçok başlık, birçok yöntem ve birçok sistemin işleyiş süreci ni izah

etmede kullanılması gerekir. Bu yüzden aşağıdaki kısımda sadece bizim proje geliştirme sürecinde kullandığımız teknikler açıklanacaktır.

2.1.Bileşik Bulanık Sistem

Bulanık mantık sistemlerinde kullanılan bulanık söylemler kendi içinde atomik bulanık söylem ve bileşik bulanık söylem olmak üzere ikiye ayrılır [5]. Tek ayırıcı faktör kullanıldığında atomik bulanık söylem birden fazla ayırıcı faktör kullanıldığında ise buna bileşik bulanık söylem denir [5]. Çalışmamızda, motor yakıt değeri ve motor tork değeri değişkenleri olmak üzere iki parametre kullanıldığından tercih edilen söylem, bileşik bulanık söylemdir.

2.2.Üçgen Bulanıklaştırıcı:

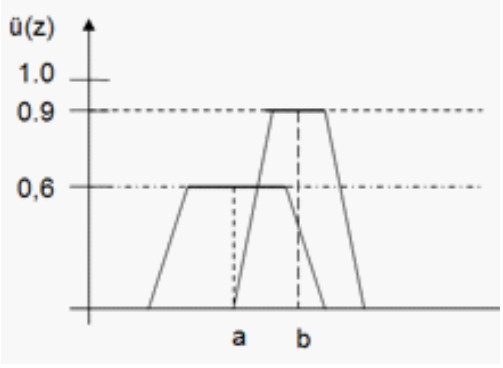
Bulanıklaştırma işlemi yapılırken saptanan dilsel değişken sayısı ve aralık değerlerine göre her dilsel değişkene bir aralık değeri belirlenir. Belirlenen bu aralık, grafiksel olarak ifade edilirken bulanıklaştırıcı yapılar kullanılır. Bunlara örnek olarak Gauss Bulanıklaştırıcı, Üçgen Bulanıklaştırıcısı, Yamuk (trapezoid) bulanıklaştırıcı verilebilir [6]. Bu uygulamada üçgen bulanıklaştırıcı yapısı tercih edilmiştir. Aralık fonksiyonlarını belirleyebilmek için ise formül 4 kullanılır ve bir üçgen üyelik fonksiyonu a1, a2 ve a3 olarak üç parametre ile tanımlanır.

$$\begin{cases} a_1 \le x \le a_2 \rightarrow (x-a_1)/(a_2-a_1) \\ a_2 \le x \le a_3 \rightarrow (a_3-x)/(a_3-a_2) \\ x > a_3 \vee x < a_1 \rightarrow 0 \end{cases} \quad (4)$$

2.3.Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

Durulama, elde edilmiş bir bulanık denetim etkinliğinde olasılık dağılımını en iyi gösteren, bulanık olmayan denetim etkinliği elde etme sürecidir. Pek çok pratik uygulamada, denetim komutu kesin bir değer olarak verilir. Bun¬dan dolayı, bulanık çıkarım sonucunu durulamak gerekir. Ancak, iyi bir durulama stratejisi seçmek için sistematik bir işlem yoktur. Uygulamanın özelliklerini dikkate alan bir yöntem seçilmesi gerekir. Bulandırma ve durulama birbirlerinin bütünleyicisi gibi görünse de, ters fonksiyonlar değildir. Birçok durulaştırma yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; ağırlıklı ortalama yöntemi, ortalama en büyük üyelik yöntemi, toplamların merkezi yöntemi, en büyük alanın merkezi yöntemi, en büyük ilk veya son üyelik derecesi yöntemidir [7].

Uygulamamızda; ağırlıklı ortalama yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemin uygulanabilmesi için simetrik üyelik fonksiyonunun bulunması gerekir.



Şekil 3. Bulanıklaştırılmış fonksiyon

Şekil 3 bulanıklaştırılmış fonksiyon grafiğini gösterir. Bu fonksiyon için ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılarak durulaştırma işlemi ise eşitlik 5 de gösterilmiştir.

$$z^* = \frac{a(0,6)+b(0,9)}{0,6+0,9} \quad (5)$$

2.4.Sistem Gereksinimleri

Geliştirme ortamı olarak; uygulama Window 7 64 bit işletim sistemine sahip bir bilgisayar üzerinden Netbeans editörü kullanılarak geliştirilir. Projede kullanılan programlama dili Javadır. Grafik çizimi için ise jFreeChart ve jCommon kütüphaneleri tercih edilmiştir.

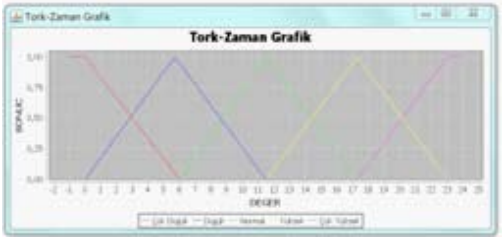
3. Uygulama

Şekil 4 den anlaşılacağı üzere; Tork ve Yakıt değerinin girişi kullanıcı tarafından yapılır. Daha sonra "HESAPLA" butonu yardımı ile motor performans değeri hem sayısal hem dilsel değişken ifadesiyle hesaplanır. Diğer üç buton yardımı ile verilen Tork, Performans ve Yakıt değer aralıklarına göre grafik çizimi gerçekleştirilir.

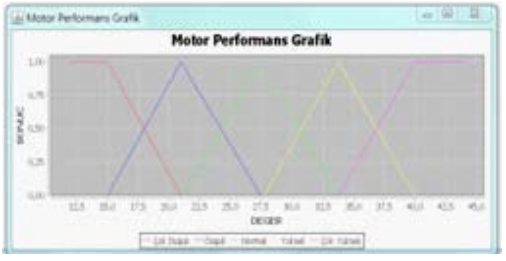


Şekil 4. Tork ve Yakıt Değeri giriş ekranı

Şekil 5 ve Şekil 6 ise Java programlama dili altyapısında bulunan jFreeChart ve jCommon kütüphaneleri kullanılarak çizilen grafikleri göstermektedir.



Şekil 5. Tork-Zaman grafiği



Şekil 6. Motor Performans Grafiği

4.Sonuç ve Öneriler

Klasik mantığın temelinde ihtimal hesapları yatar. Bir olayın olabilme ihtimali bu mantık temeli ile çözülmeye çalışılır. Bu çözüm sırasında, sonuç evet ya da hayır ile sınırlıdır. Ancak bulanık mantık bundan tamamen farklı bir mekanizmaya sahiptir. Cevap olarak olabilirliği değil ne kadar olduğunu verir. Dolayısıyla, alacağınız cevap evet ya da hayırla beraber bunların ara değerlerini de içerir. Bulanık mantığın uygulama alanları çok geniştir. Sağladığı en büyük yarar ise insana özgü tecrübe ile öğrenme olayının kolay modellenebilmesi ve belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifade edilebilmesine imkân tanımasıdır. Bu yüzden Bulanık mantık lineer olmayan sistemlere yaklaşım geliştirebilmek için oldukça uygundur. Doğrudan kullanıcı girişlerine uygulanabilir ve kullanıcının deneyimlerinden yararlanabilmemizi sağlar. Fakat Bulanık mantık, insan düşüncesindeki son nokta değildir, bu yüzden her alana uygulanabileceği iddia edilmemelidir.

Bulanıklaştırma temelde bir dizi rastgele formülize yöntemi ile sözel değişkenlerin sayısal değerlere dönüştürülmesi ve gereken hesaplamalar yapıldıktan sonra sonuç üretme yöntemidir. Lakin bulanıklaştırma işlemindeki rastgelelik elde edilirken bir dizi kurallar bütünü uygulanmalıdır. Uygulanan bu kurallar dizisi sayesinde elde edilen sonuçlar gerçeğe olabildiğince yakın net değerler olmalıdır. Modellenip sayısallaştırma kısmı ne kadar hassas ise elde edilen sonuçta o kadar hassas olacaktır.

Uygulamamızda da görüldüğü gibi belirli aralıklar dâhilinde hesaplama işlemleri sonucunda bir sayısal değişken ve bir de sözel değişken elde edilmiştir. Bu değerler ile beraber yakıt ve tork değerine bağlı motor performans değeri hesaplanmış ve grafiklerle gösterilmiştir. İşlem sırasında, ağırlıklı ortalama yöntemi ve üçgen bulanıklaştırıcı kullanılmıştır. Tabi ki bulanık mantık daha önce de bahsedildiği gibi sadece bu yöntemlerle sınırlı değildir. Çalışmamızda

sadece bu yöntemlerden iki tanesi kullanılmıştır. Yöntemler değiştirilerek sistem daha hassas ve ayrıntılı hesaplamalar yapılabilir. Sistem TCP/IP altyapılı olarak çalışmaktadır. Gelecekte bu çalışma UDP altyapısı ile gerçekleştirilirse daha hızlı çözüm alınabilir.

5. Kaynaklar

[1] Zadeh, L., "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning" I.Information Sciences, 8(3), 199 – 249, (1975)

[2] Ying, H.," Fuzzy Control and Modeling: Analytical Foundations and Applications" Wiley-IEEE Press, (2006)

[5] Ammar S., Wright R., "A Fuzzy Logic Approach to Performance Evaluation", IEEE 0-8186-7126-2/95, 246-251,(1995).

[3] Engelkıran, M.; "Fuzzy Çoklu Kritere Göre Karar Vermenin İnsan Kaynaklarına Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, (2001).

[4] Eminov M., Ballı S., "Karmaşık Problemler İçin Belirsizlik Altında Çok Kriterli Bulanık Karar Verme", Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi, Gaziantep-Adana, Türkiye, (2004).

[5] Doğan, A., "Yapay Zeka", Kariyer Yayıncılık İstanbul, s8-22, (2002).

[6] Şen, Z.,"Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri" Bilge Kültür Sanat Yayınevi, İstanbul, (2001).

[7] Ross, T. J., "Fuzzy Logic With Engineering Applications", McGraw-Hill, New York, (1995).