

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ

MATEMATİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI



**GENÇ BASKETBOLCULARA EN UYGUN POZİSYONUN
BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR UZMAN SİSTEM TASARIMI**

BİTİRME ÖDEVİ

Sezen Yağmur GÜNAY 090080042

Teslim Tarihi: 21.05.2013

Tez Danışmanı: Yar. Doç. Dr. Ahmet KIRIŞ

MAYIS 2013

ÖNSÖZ

Çalışma konumun belirlenmesinden yazım aşamasına kadar her adımda tecrübesini ve bilgisini benden esirgemeyip, güvenini her zaman hissettiren Sayın Hocam Yar. Doç. Dr. Ahmet KIRIŞ'a, tüm üniversite hayatımda ihtiyacım olan her anımda bana destek olan arkadaşım Aykut Özgün ÖNOL'a ve tüm hayatını bana adanmış biricik annem Sakine KELEŞ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs, 2013

Sezen Yağmur Günay

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	1
1. GİRİŞ	2
2. UZMAN SİSTEMLER	3
2.1. Tanım	3
2.2. Tarihsel Gelişim	3
2.3. Kullanım Alanları.....	4
2.4. Uzman Sistem Modelleri.....	4
2.4.1. Bulanık uzman sistemler	4
2.4.2. Yapay sinir ağları.....	4
2.4.3 Genetik algoritmalar	4
2.5. Uzman Sistem Uygulamaları için Temel Adımlar	5
2.5.1. Kullanıcı arayüzü tasarımı.....	5
2.5.2. Bilgi tabanı oluşturma	5
2.5.3. Karar verme mekanizması	5
3. BULANIK MANTIK	6
3.1. Tanım	6
3.2. Tarihsel Gelişim	7
3.3. Kullanım Alanları	7
3.4. Bulanık Mantık Uygulamaları için Temel Adımlar	8
3.4.1. Bulanıklaştırma.....	8
3.4.2. Tanımlama	8
3.4.3. Netleştirme	8
4. TEMEL KAVRAMLAR, MATEMATİKSEL ALTYAPI VE KULLANILAN YÖNTEMLER	10
4.1. Üyelik Fonksiyonu	10
4.1.1. Üyelik fonksiyonu biçimleri.....	10

4.2. Üyelik Fonksiyonu İşlemleri	12
4.2.1. Bulanık değer vektörü	12
4.2.2. Bulanık kural matrisi	13
4.2.3. Bulanık kural	13
4.3. K-Ortalamlar Yöntemi	14
4.4. K-Ortalamlar Yöntemi İşlemleri	14
5. UYGULAMA.....	15
5.1. Verilerin Toplanması ve Çalışma Ortamına Alınması	15
5.2. Bulanık Mantıkla Tabloların Oluşumu.....	18
5.3. Bulanık Mantıkla İncelenecek Test Sonuçlarına Uygulanan İşlemler	18
5.4. Bulanık Mantıkla İncelenmeyecek Test Sonuçlarına Uygulanan İşlemler	21
5.5. Yaş Verisinin Gün Bazında İşlemlere Dahil Edilmesi	23
5.6. Elde Edilen Verilere Göre En Uygun Pozisyonun Belirlenmesi.....	23
5.7. Sonuçlar ve Tartışma.....	24
KAYNAKLAR.....	26
EKLER.....	27

ÖZET

Bu çalışmada 10-16 yaş aralığındaki bayan basketbolcuların pozisyonlarının belirlenmesi üzerine bir uzman sistem tasarlanmıştır. Bu sistem ile bazı ölçümleri alınan sporcuların en uygun pozisyonları belirlenmeye çalışılmış, bu sayede ailelerin ve spor kulüplerinin hem zaman hem de maddi olarak kayıplarının azaltılması amaçlanmıştır.

Papić, Rogulj ve Pleština 2009 yılında yayınlanan bir makalelerinde spor yeteneklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada farklı branşlarda spor yapan gençlerden oluşturulan bir bilgi tabanı ile spor yeteneğini tespit eden bir uzman sistem tasarlanmıştır [1]. Bu tez çalışmasında ise bahsi geçen çalışmadan faydalanılarak, basketbol oynayan bayan sporculardan oluşturulan bir bilgi tabanı ile sporcular için en uygun pozisyon belirlenilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla İstanbul'un farklı takımlarında yer alan 8-16 yaşları arasındaki 166 bayan basketbolcu morfolojik, motorik ve fonksiyonel olarak gruplanan 10 ayrı teste tabi tutulmuş ve antrenörlerinin uygun gördükleri pozisyonlarına bakılarak bir veritabanı oluşturulmuştur. Bu sporcuların uzunluk verileri "kısa", "orta" ve "uzun" olarak; vücut kitle indeksi ise "çok düşük", "düşük", "orta düşük", "orta yüksek", "yüksek" ve "çok yüksek" olmak üzere bulanık mantık kümelerine bölünmüştür. Aynı amaca uygun olarak 6 farklı NBA takımının oyuncularının sonuçları incelenerek bulanık kural matrisleri elde edilmiştir. Bu matrisler sonucunda sporcuların boy ve vücut kitle indeksi değerlerinin bir pozisyona etkisi olan üyelik değerleri hesaplanmıştır. Boy ve vücut kitle indeksi dışındaki testler sporcuların gün bazında yaş verisi ile değerlendirilmiş ve bu testler için de üyelik değerleri elde edilmiştir. İki üyelik değeri toplanarak sporcuların bir pozisyona yatkınlığı çözümlenmiş ve en yüksek değerli yatkınlık sporcunun en uygun olduğu pozisyon olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme ile sporcuların görev aldığı pozisyonlar karşılaştırılmış, bu karşılaştırılmaya göre elde edilen doğruluk oranı ise çalışmanın sonuç kısmında verilmiştir.

1. GİRİŞ

Sporun sağlıklı ve uzun yaşamın temel taşını oluşturduğu son yıllarda yapılan araştırmalarla kesin olarak ispatlanmıştır. Bu durum hem okulların hem de ebeveynlerin çocukları, sayısı her geçen gün artan altyapı kulüplerine yönlendirmesini sağlamaktadır. Bu sayede spora kişisel yeteneği bulunan çocuklar kulüplerin takımlarında kendilerine yer bulmaya başlamış ve kadrosu güçlenen takımların hem ulusal hem de uluslararası rekabeti artmıştır. Bu rekabet ortamından güçlü çıkmanın yolu yine altyapı kulüplerinden geçmektedir. Çünkü bu kulüplerin hem branş hem de pozisyon olarak doğru yönlendirdikleri çocuklar tabii olarak alanlarında daha başarılı olabilmektedirler.

Bu bitirme projesi kapsamında altyapı spor kulüplerinin geç bayan sporcular için en uygun basketbol pozisyonun belirlenmesi problemine çözüm bulunması amaçlanmıştır. 8-16 yaş arası sporculardan alınan veriler, tez dahilinde belirtilen işlemlerden geçirilerek, basketbol konusunda uzmanlaşmış kişilerin görüşlerine göre karar veren bir uzman sistem oluşturulmuş, sonuçlar ve tartışmalara ise tezin son bölümünde değinilmiştir.

2. UZMAN SİSTEM

Us olarak adlandırılan insan beyni fonksiyonlarının bilgisayara aktarılmasının mümkünlüğü yani Alan Turing'in "Makineler düşünebilir mi?" sorusunu [2] cevaplayabilmek 1943'lerden beri araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Özellikle II. Dünya Savaşı sırasında şifre çözme amacı ile başlatılan çalışmalar makine zekâsı kavramının oluşmasına sebep olmuştur. Bu amaçlarla doğan bilgi edinme, algılama, görme, düşünme ve karar verme gibi insan zekâsının yetenekleriyle donatılmış bilgisayar sistemi olan yapay zeka, başta uzman sistemler olmak üzere yapay sinir ağları, genetik algoritmalar, zeki veritabanları, zeki öğretim sistemleri olarak bilinen alt dallara ayrılmıştır.

2.1 Tanım

İnsan gibi düşünerek problem çözme olan yapay zekadan farklı olarak bir uzman gibi davranarak çözüme ulaşmayı hedefleyen ve bunu genel bir algoritma kullanmadan, veritabanı yerine bilgi bazlı çalışarak yapan uzman sistemler için verilen genel bir tanım şu şekildedir: "Bir uzmandan alınan bilgilere dayanarak oluşturulan, karmaşık problemleri çözmek için olayları ve deneyimleri kullanan etkileşimli bilgisayar destekli karar aracıdır" [3].

2.2 Tarihsel Gelişim

M.Ö. 3000'lerde Mısır'da Luksor Papiruslarında bahsi geçen belirti-tanı-tedavi-süreç kuralları bilinen ilk uzman sistemdir. Günümüz şekline benzeyen ilk uzman sistemler, araştırmacıların genel problemlere yönelik güçlü bilgisayarlar ve yargılama kuralları ile insanüstü performans sergileyecek bir uzman yaratma isteği üzerine şekillenmiştir. 1960'ların ortasında ise genel amaçlı problemlerden özel amaçlı problemlere geçiş dönemi başlamıştır. Bu dönemin sonunda araştırmacılar, genel amaçlı problem çözücülerin yüksek performans gösteren uzman sistem kurmak için yetersiz olduğunu, bir alanda uzmanlaşmış insanların sadece çok dar bir alanda

başarılı olduğunu, uzman sistemlerin bilgiler güncellendikçe sürekli olarak yenilenmesi gerektiğini anlamışlardır. 1980'li yılların başından itibaren uzman sistemler akademik hayattan ticari hayata geçiş yapmış ve içeriği başlangıç dönemlerine göre çok daha yoğun uygulamalar hazırlanmıştır.

2.3 Kullanım Alanları

Günümüzde karmaşık olmayan konularda başarıyla uygulanabilen uzman sistemlerin başlıca kullanım alanları; çeşitli tıbbi uygulama konularındaki karmaşık klinik verilerinin doktorlar tarafından analizi ve modellenmesi, bilgisayara karşı oynanan satranç gibi stratejik oyunların tasarımı, finansal olarak karşılaşılan yüksek enflasyon ve ekonomik istikrarsızlıklar gibi değişken durumlarda başvurulabilecek uygun yatırımın belirlenmesi, botanik, zoolojik ya da entomolojik olarak bilinmeyen canlıların karakteristik özelliklerine göre sınıflandırılması, kaya oluşum biçimine ve bölgesine göre yeraltı kaynaklarının tespiti olarak verilebilir.

2.4 Uzman Sistem Modelleri

En sık kullanılan uzman sistem modelleri aşağıdaki gibidir.

2.4.1 Bulanık uzman sistemler

Aristo Mantığının yerine bulanık mantıkla inşa edilen üyelik fonksiyonları ve kuralların yönlendirmesiyle biçimlendirilen uzman sistemdir.

2.4.2 Yapay sinir ağları

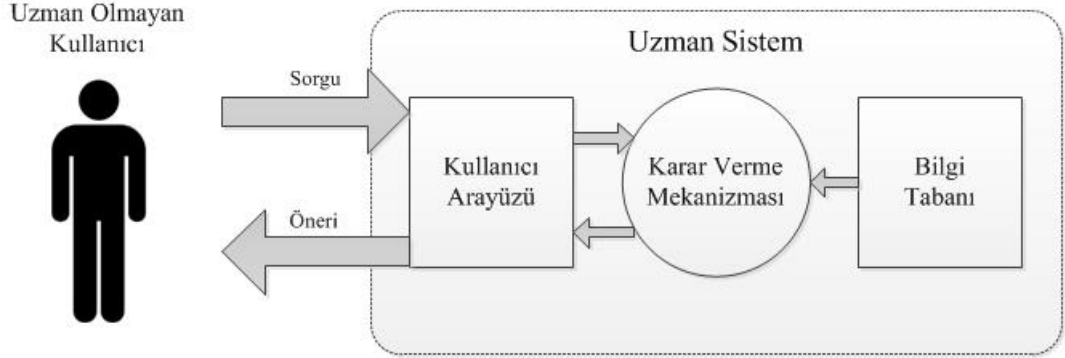
İnsan beyninin sinir hücrelerinden oluşmuş katmanlı ve paralel olan yapısının tüm fonksiyonlarıyla beraber sayısal dünyada gerçekleştirilmeye çalışılan modellenmesidir.

2.4.3 Genetik algoritmalar

Karmaşık uzayda en iyinin hayatta kalması temeline dayanarak evrimsel sürece benzer biçimde çalışan arama ve optimize etme metodudur.

2.5 Uzman Sistem Uygulamaları İçin Temel Adımlar

Bir problemin çözümünde kullanılan tam bir uzman sistem tasarımı üç başlıca bölümden oluşur. Şematik olarak bir uzman sistemin işleyişi Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1: Uzman Sistem İşleyiş Şeması [4]

2.5.1 Kullanıcı arayüzü tasarlanması

Uzman sistem, uygulama alanında uzman olmayan kişilerin kullanımı için tasarlandığından her uzman sistemin bir kullanıcı arayüzü bulunması gereklidir. Bu arayüz mümkün olduğunca anlaşılır biçimde tasarlanmış olmalıdır.

2.5.2 Bilgi tabanı oluşturma

Aynı alanda uzmanlaşmış kişilerin görüşlerinin her zaman paralel gitmemesi sebebiyle bir uzman sistem mutlaka birden fazla uzman görüşüyle tasarlanmalıdır. Bu durum uzman sistem hazırlanmasında bilirkişi yargılarından meydana gelen bir bilgi tabanı hazırlanmasını gerektirmektedir.

2.5.3 Karar verme mekanizması

Uzman olmayan kullanıcının sorgularına kullanıcı arayüzünden cevap verecek mekanizmadır. Bir başka deyişle bilgi tabanından çıkarımlar yaparak arayüze cevap döndüren sistemdir.

3. BULANIK MANTIK

İnsanoğlu mantığı tüm varlıklardan ve sistemlerden farklı olarak düşünme, eleştiri yapabilme ve mukayese edebilme özelliklerine sahiptir. İnsanoğlunun dünyası da tüm bu özelliklerinden dolayı belirsizliklerle doludur. Karar verici sistemler insan doğasından kaynaklanan belirsizlik sistemi içerisinde işlemlerini gerçekleştirirken söz konusu belirsizliğin sonucu olarak risk içerirler. Klasik yöntemlerle çalışan karar verici sistemler sonuç olarak iyi-kötü, güzel-çirkin, evet-hayır, 0-1 biçiminde yönlü çıktılar verirler [5]. Karar ortamlarında mutlak doğru ve mutlak yanlışın yanında onlarca ara kararın varlığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki temel farklılıklar Tablo 3.1’ de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Klasik Mantık-Bulanık Mantık Arasındaki Temel Farklılıklar [5]

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A <u>veya</u> A Değil	A <u>ve</u> A Değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 Arasında Süreklilik
İkili Birimler	Bulanık Birimler

3.1 Tanım

İnsana özgü tecrübe ile öğrenme olayının kolayca modellenebilmesi, belirsiz kavramların bile matematiksel olarak ifadesini olanaklı kılan, aşırı uç değerler dışında çalışma imkanı sağlayan bulanık mantık teorisi için bir tanım şu şekilde verilebilir: “Bulanık mantık, çok değerli mantığın genişletilmesi ve bir genelleştirilmesi sayılabilecek yaklaşık/kestirimsel akıl yürütmenin bir mantığıdır” [6].

3.2 Tarihsel Gelişim

1900'lü yılların başında Lukasiewicz “Doğru” ve “Yanlış” dışında üçüncü bir değer olarak “Olası” kavramını ortaya atmıştır. Kendisi daha sonra 4., 5., 6. vs. değerlerini oluşturup iki uç değer arasına sonsuz farklı seviye eklenebileceğini göstermiştir [7]. İlk kez 1965 yılında California Berkeley Üniversitesi Azeri profesörü Lütfü Ali Zadeh ise konu üzerindeki araştırmalarına ait makalelerinde yer verdiği bulanık mantık kavramı ile belirsizlik içeren sistemlerin incelenmesi farklı bir boyut kazanmış ve $[0.0, 1.0]$ arasına Lukasiewicz'in değerlerini yerleştirmiştir [7]. Fakat güncel hayata uygulanması Zadeh'in bulanık belirsizlik içeren sistemlere uygulanabilirliğini açıklayan makaleleri ile 1970'li yılların ikinci yarısını bulmuştur. 1980'li yılların ikinci yarısından sonra Japonların ürünlerinde bulanık mantık kullanmalarıyla hız kazanan teori günümüzde hemen her alanda rastlanılabilir hale gelmiştir.

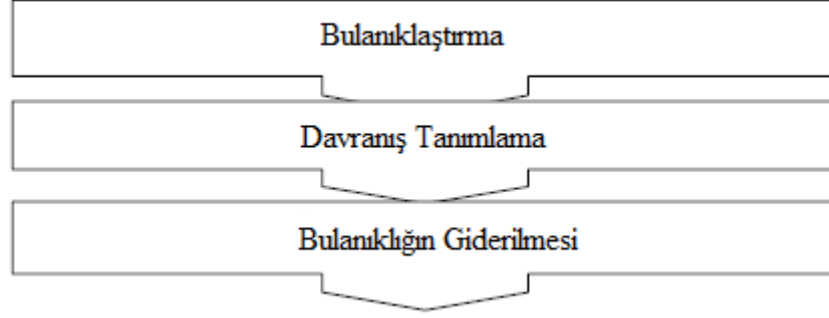
Bulanık mantığın ilk ticari uygulaması ise Danimarka' da bir çimento fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Çimentonun oluşumu için kil ve kireç taşının $1000-1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ de tepkimeye girmesi gerekmektedir. Fırın içerisindeki oksijen ve sıcaklık oranı çimentonun kalitesini etkileyen temel faktörlerdir. Farklı vardiyalarda çalışan işçilerin farklı kalitede ürünler elde etmesi sebebiyle var olan sistemi optimize etmeye çalışan sistem mühendisleri 60 kural kullanarak bir mikrokontrolör icat etmiş ve sistemin sabit ürün kalitesine ulaşmasını sağlamışlardır [7].

3.3 Kullanım Alanları

Bilgisayar, televizyon ve telefon gibi teknolojik aletlerin ortamdaki ışık seviyesine göre ekran parlaklığını ayarlayabilmesi, çamaşır makinelerinin çamaşırın kirliliğini ve kumaş türünü belirleyip uygun programı bulabilmesi, asansörlerin yolcu trafiğini denetlemesi ve ağırlığa göre yük uygulaması hep güncel hayatta bulanık sistemlerin kullanım alanları olarak belirtilebilir. Bulanık mantık uygulamalarını ise robotik, otomasyon ve izleme sistemleri olarak örneklenen optimal kontrol sistemleri; bilgi tabanlı sistemler ve bilgi depolama amacıyla kullanılan bilgi sistemleri; görüntü tanımlama ve optimizasyon olarak gruplamak mümkündür.

3.4 Bulanık Mantık Uygulamaları İçin Temel Adımlar

Bir bulanık mantık probleminin çözümü için izlenecek temel 3 adım bulanıklaştırma, davranış tanımlama ve bulanıklığın giderilmesi (netleştirme) olarak verilebilir. Bulanık mantığın uygulanmasında izlenecek adımlar Şekil 3.1’de verilmiştir [8].



Şekil 3.1: Bulanık Mantık Uygulama Adımları [8]

3.4.1 Bulanıklaştırma

Bulanık işlem, çözülecek problemle ilgili bulanık önerme değişkenlerinin ve karar verme kurallarının belirlenmesi ve üyelik fonksiyonlarının oluşturulması işlemidir. İlk adım olan bulanıklaştırmada bulanık giriş değerleri elde etmek için üyelik fonksiyonları biriktirilir. Bu aşamada, belirlenen bulanık önerme, değişkenlerin kuralları kullanılarak problemin çözüm alanı belirlenir. Üyelik fonksiyonlarının üst üste konulması, kurallara göre ortak alanın bulunması işlemidir. Eğer kurallar "VE" bağlacı ile bağlanmış ise üyelik fonksiyonlarının küçük değeri, "VEYA" bağlacı ile bağlanmış ise o zaman üyelik fonksiyonlarının büyük değeri alınarak ortak alan oluşturulur [8].

3.4.2 Tanımlama

Bu aşamada kişisel kümeler ve çok özel bağıntılar kurulur. Bilgiler bulanık küme olarak adlandırılan yapıya dönüşür, bulanık girişim de denilen davranış tanımlama-belirlemede, dizge girdi değerlerine dayanan dilbilimsel kuralların sayısal temsilleri oluşturulur [8].

3.4.3 Netleştirme

Bulunan çözüm alanından tek bir değer elde edilmesi işlemine bulanık önermenin netleştirilmesi denir. Çünkü sonuçta ortaya tek bir yargı çıkmalıdır. Yargılar yapıları

gereği tektir. Yani bir yklemele yüklenirler. Bulanık önermelerde genellikle üyelik değerinin en yüksek olduğu noktaya karşılık gelen değer, problemin zm olan tek değerdir. Bu alandan böyle tek bir değer belirlenmemesi durumunda en yüksek değerlerin ortalaması veya oluşan zm alanının ağırlık merkezine karşı gelen nokta zm değer olarak alınır. Bu şekilde fonksiyonun değer 0 ile 1'den ibaret değil, bunlar arasında herhangi bir değer de olabilir. Bu aşamada tüm çıktılar birleştirilir ve sayısal bir sembolle gösterilir [8].

4. TEMEL KAVRAMLAR, MATEMATİKSEL ALTYAPI VE KULLANILAN YÖNTEMLER

4.1 Üyelik Fonksiyonu

Bulanık mantığın temelini bulanık kümeler oluşturur. Matematiksel ifade ile bulanık küme kavramı ise:

Bir A bulanık kümesini temsil eden karakteristik fonksiyona kümenin üyelik fonksiyonu denir. X evrensel tanım kümesi üzerinde A bulanık kümesi, X uzayından birim aralığa bir dönüşüm olan $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonları $\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$ olarak tanımlanır [9].

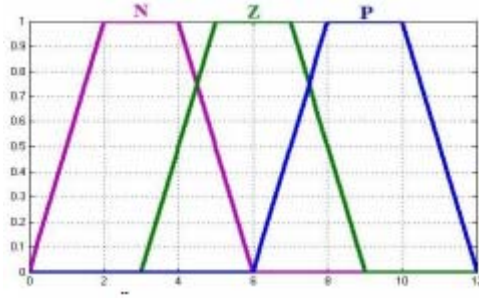
Bir elemanın bir kümeye kısmi üyeliğine imkân veren bulanık kümeye bir elemanın aitliği üyelik derecesi ile belirlenir. Üyelik fonksiyonunun değeri olan üyelik derecesi bire eşitse eleman bulanık kümeye tamamen ait, sıfıra eşitse bulanık kümeye ait değil ve sıfır ile bir arasında bir değer alıyorsa bulanık kümenin kısmi üyesidir. Bulanık küme terminolojisinde kesin kavramı bulanık olmayan büyüklükleri ifade etmektedir.

4.1.1 Üyelik fonksiyonu biçimleri

Bulanık kümeye aitlik değerinin üyelik fonksiyonundan elde edildiği açıktır. Üyelik fonksiyonunu şekli uygulamalar açısından farklılık göstermektedir.

Yamuk Üyelik Fonksiyonları: Yamuk üyelik fonksiyonları parçalı doğrusal fonksiyonlardır. Grafikselleştirme, oluşturma ve hesaplama işlemlerinde kullanılan üyelik fonksiyonu biçimidir. Üç kurallı yamuk üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 4.1'de verilmiştir [10].

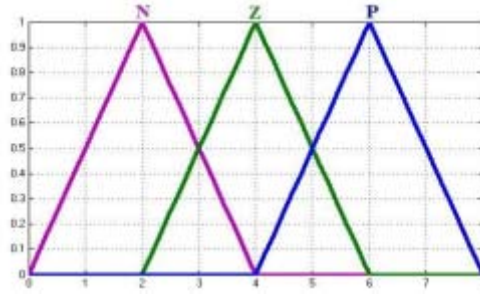
$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3) = \left. \begin{cases} (x - a_1) / (a_2 - a_1), & a_1 \leq x \leq a_2 \text{ ise} \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \text{ ise} \\ (a_4 - x) / (a_4 - a_3), & a_3 \leq x \leq a_4 \text{ ise} \\ 0, & x > a_4 \text{ veya } x < a_1 \end{cases} \right\} \quad (4.1)$$



Şekil 4.1: Üç Kurallı Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Üçgen Üyelik Fonksiyonları: Yamuk üyelik fonksiyonunun özel bir halidir. Kullanılış kolaylığı sağlaması yamuk ve üçgen üyelik fonksiyonlarını en sık kullanılan biçimler haline getirmiştir. Üç kurallı üçgen üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 4.2'de verilmiştir [10].

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} (x - a_1) / (a_2 - a_1), & a_1 \leq x \leq a_2 \text{ ise} \\ (a_3 - x) / (a_3 - a_2), & a_2 \leq x \leq a_3 \text{ ise} \\ 0, & x > a_3 \text{ veya } x < a_1 \end{cases} \quad (4.2)$$

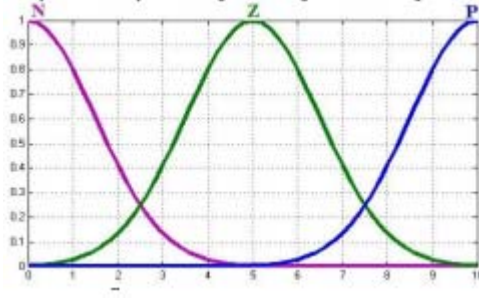


Şekil 4.2: Üç Kurallı Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Gauss Üyelik Fonksiyonları: Gauss üyelik fonksiyonları, bulanık sistemler ve radyal tabanlı yapay sinir ağları arasındaki bağlantıyı en iyi ifade eden biçim olması sebebiyle bu alanlarda en sık rastlanılan ifadedir.

$$\mu_A(x, m, \sigma) = \exp\left(\frac{-(x - m)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (4.3)$$

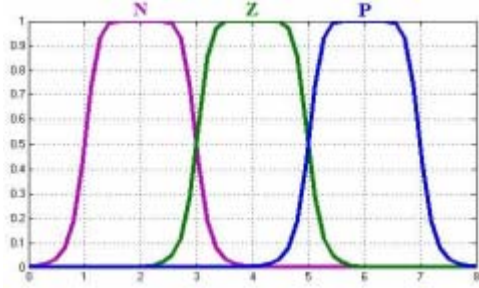
m fonksiyonun merkezi, σ genişliği olmak üzere; σ değiştirilerek fonksiyon biçimini yayvanlaştırıp inceltmek mümkündür. Üç kurallı Gauss üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 4.3'de verilmiştir [10].



Şekil 4.3: Üç Kurallı Gauss Üyelik Fonksiyonu

Çan Tipli Üyelik Fonksiyonları: Çan tipli üyelik fonksiyonları (4.4) denklemiyle ifade edilir. Bu denklemde a_3 eğri merkezini, a_1 taban genişliğini ve a_2 de tavan genişliğini ifade eder. Üç kurallı çan tipli üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 4.4'te verilmiştir [10].

$$\mu_A(x; a_1, a_2, a_3) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x - a_3}{a_1} \right|^{a_2}} \quad (4.4)$$



Şekil 4.4: Üç Kurallı Çan Tipli Üyelik Fonksiyonu

4.2 Üyelik Fonksiyonu İşlemleri

Bir uygulama üzerinde üyelik fonksiyonları elde edildikten sonra bu üyelik fonksiyonlarının kullanılabilir hale getirilmesi için uygulanacak işlemler bulunmaktadır.

4.2.1 Bulanık değer vektörü

Uygulamalarda bulunan her durum bir kurala göre değer sahibidir. Bir başka deyişle üç kurallı bir üyelik fonksiyonu için söz konusu olabilecek bir durum en fazla üç, en az bir üyelik değerine sahiptir. Üçgen tipli üyelik fonksiyonlarında beklenen durum ise bu farklı kurallar için elde edilen farklı üyelik derecelerinin toplamının 1

etmesidir. Bu durumun sebebi üçgen tipli yapının doğrusal olması ve bu doğruların eğimlerinin eşit olmasıdır. Üç kurallı bir bulanık mantık uygulaması için bulanık değer vektörü denklem (4.5)' te verilmiştir. Bu denklemde F_1 , F_2 ve F_3 bulanık terimleri μ_1 , μ_2 ve μ_3 ise üyelik değerlerini ifade etmektedir.

$$F = \begin{bmatrix} F_1 & F_2 & F_3 \\ \mu_1 & \mu_2 & \mu_3 \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

4.2.2 Bulanık kural matrisi

Bir uygulamada elde edilecek sonuca etki eden değişkenlerin sonuca etki oranları aynı olmayabilir. Buradaki farkı ortaya koymak için değişkenlerin etkileri uzmanlardan alınan bilgilere göre belirlenir ve bu bilgi tabanı bir matriste toplanır. Bulanık kural matrisi adı verilen bu matris değişkenin sonucu etkileme bağımlılığını belirtir. Bu matris incelenecek tüm durumlar için elde edilmelidir. Örneğin, üç değer ile oluşturulan bir bulanık kural matrisi elemanları "eşleşti", "yarı-eşleşti" ve "eşleşmedi" olarak belirlenebilir. Basketbolda "guard" olarak da bilinen oyun kurucu pozisyonu için bulanık kural matrisi Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Basketbolda Oyun Kurucu Pozisyonu İçin Bulanık Kural Matrisi

Boy	Vücut Kitle İndeksi					
	Çok Düşük	Düşük	Orta Düşük	Orta Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
Kısa	Eşleşmedi	Eşleşmedi	Yarı Eşleşti	Yarı Eşleşti	Eşleşmedi	Eşleşmedi
Orta	Eşleşmedi	Yarı Eşleşti	Eşleşti	Yarı Eşleşti	Eşleşmedi	Eşleşmedi
Uzun	Eşleşmedi	Eşleşmedi	Eşleşmedi	Eşleşmedi	Eşleşmedi	Eşleşmedi

4.2.3 Bulanık kural

Bulanık kural matrisinin tüm elemanları "EĞER-VE-İSE" yapısı kullanılarak kurullarla ifade edilir. Bu kurallar tüm üyelik fonksiyonu işlemlerinin bilgisayar tarafından algılanabilmesini sağlayan adımlardır. Tablo 4.1'de verilen bulanık kural matrisi için örnek bir bulanık kural "EĞER boy uzun VE vücut kitle indeksi düşük İSE model eşleşmedi" olarak verilebilir.

4.3 K-Ortalamlar Yöntemi

Bilinen en eski kümeleme metodu olan k-ortalamlar yöntemi, n adet veri elemanından oluşan bir kümenin k adet kümeye ayrılması işlemidir. Amaç bu küme parçalanışından oluşan alt kümelerin kendi elemanları arasında benzerliklerinin maksimum ve herhangi iki küme arası benzerliğin minimum olmasıdır. Söz konusu benzerlik ise, kümenin ağırlık merkezi olarak kabul edilen bir eleman ile diğer küme elemanlarının uzaklıklarının ortalamasıdır. Metodun doğası gereği bir eleman sadece bir kümeye ait olmalıdır. Merkez noktanın tüm kümenin özümlemesi olarak alınması yöntemin en temel özelliğidir.

4.4 K-Ortalamlar Yöntemi İşlemleri

Metoda adını veren k , sabit küme sayısıdır ve işlem başlangıcında girdi olarak sisteme verilmelidir. İlk adım olarak bu k sayısının ve kümelenecek elemanların sisteme girişi yapılır. Sonra da elemanlardan k tanesi seçilir. Bu seçilme işlemi ilk k elemanın alınması olarak yapılabileceği gibi rastgele de gerçekleştirilebilir. Bu seçimler sonucunda tek elemanlı başlangıç kümeleri elde edilir. Bu elemanlar aynı zamanda küme merkezleridir.

İkinci adım olarak kalan elemanlar önceki merkezlere yakınlıklarına göre kümelere dağıtılır. Tüm kümelerin merkezleri tekrar hesaplanır. Artık küme merkezleri bir eleman değil ortalama bir değerdir.

Üçüncü adım olarak tüm elemanlar tekrar kümelere dağıtılır ve merkezler hesaplanır. İki adım arası merkez uzaklıkları belirli bir değerden düşük çıkana kadar işlem tekrarlanır. Bu sayede kararlı k adet parçalanış elde edilmiş olur.

5. UYGULAMA

Bu bölümde bulanık mantıkla bir uzman sistem tasarımı uygulaması anlatılmıştır. Bu tez kapsamında ele alınan problem 8-16 yaş arası bayan basketbolcular için en uygun pozisyonun belirlenmesidir. Bu bölüm içerisinde kullanılan üyelik fonksiyonu modeli üç kurallı üçgen modeldir. Basketbolda temel olarak görülen beş temel pozisyon vardır. Bunlar “guard”, “şutör guard”, “kısa forvet”, “uzun forvet” ve “pivottur”. Bu pozisyonlar ise çalışma boyunca genel bir kullanım olan sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5 ifadeleri ile gösterilmiştir.

5.1 Verilerin Toplanması ve Çalışma Ortamına Alınması

İstanbul altyapı kulüplerinde yapılan görüşmelere göre kulüplerin oyuncularıyla ilgili boy ve kilo dışında bir veri tabanı oluşturmadığı öğrenilmiştir. Bu sebeple çalışma verisi elde etmek için:

- ✓ Galatasaray Spor Kulübü Minik Bayan A Takımı,
- ✓ Galatasaray Spor Kulübü Minik Bayan B Takımı,
- ✓ İstanbul Üniversitesi Spor Kulübü Minik Bayan Takımı,
- ✓ İstanbul Üniversitesi Spor Kulübü Küçük Bayan Takımı,
- ✓ İstanbul Üniversitesi Spor Kulübü Genç Bayan Takımı,
- ✓ Fenerbahçe Spor Kulübü Kış Okulu Bayan Altyapı Takımı

oyuncularına on farklı test uygulanmıştır. Toplamda 166 kişiye uygulanan bu testler:

- ✓ Boy,
- ✓ Kilo,
- ✓ Ön kol çevre ölçüsü,
- ✓ Üst kol deri uzaması,
- ✓ Dakikadaki el vurma sayısı,
- ✓ Uzun atlama,
- ✓ Esneme,
- ✓ Poligon,

- ✓ Mekik,
- ✓ 3 dakikadaki koşma turu/ 6 dakikadaki koşma turudur.

Boy, kilo, ön kol çevre ölçüsü ve üst kol deri uzaması yapısal; dakikadaki el vurma sayısı, uzun atlama, esneme, poligon ve mekik motorik; 3 dakikadaki koşma turu/ 6 dakikadaki koşma turu oranı ise fonksiyonel testlerdir. Bu testlerin yanında sporcuların gün/ay/yıl olarak doğum tarihleri ve antrenörlerin oyuncularını hakkında en uygun gördükleri pozisyon bilgileri de elde edilmiştir. Genç sporcuların bazılarının birden fazla pozisyonda etkili oynayabildikleri için bu gibi durumlarda hangi pozisyonun daha baskın özellik gösterdiği yine uzman görüşlerinden alınan sonuçlarla değerlendirilmiştir. Örneğin 1 ve 2 pozisyonlarında başarılı olan bir sporcu incelenirken oyuncu yeteneğinde baskın pozisyonun 1 olduğu tüm çalışma boyunca göz önüne alınmıştır. Bu baskın değerlerin tümünün ifadesi ise Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1: Baskın Pozisyonlar Tablosu

Oyuncunun Yetenekli Olduğu Pozisyonlar	Baskın Pozisyon
1-2	1
2-3	3
3-4	3
4-5	4
1-2-3	2

Elde edilen kilo değerleri direk göz önüne alınmamış ve çalışma boyunca izlenen tüm adımlarda $Kilo/Boy^2$ işlemine tabi tutularak vücut kitle indeksi olarak incelenmiştir. Sporcu verilerinden 15 kişilik bir örnek tablo 5.2’de verilmiştir.

Elde edilmesi gereken bir diğer veri de uzmanların testlere verdikleri ağırlıklardır. Bunun sebebi testlerin hangi pozisyon için ne kadar önemli olduğunun belirlenmesine duyulan ihtiyaçtır. Bu amaçla 8 farklı uzmandan, sporculara uygulanmış testlerin 5 basketbol pozisyonu için önemlilik sırasına dizmesi istenmiştir. Örnek olarak 2 uzmanın testlere verdiği ağırlık değerleri Tablo 5.3’te verilmiştir.

Tablo 5.2: Sporculardan Alınan Ölçüm Örneği

ID	Doğum Tarihi	Boy	Kilo	Ön Kol	Deri Uzaması	El Vurma	Atlama	Esname	Poligon	Mekik	Koşu	Poz.
1	07.01.1996	182	79	24,5	6,5	178	150	63	34	33	0,403	5
2	09.05.1996	175	61	24,5	5,5	210	185	56	34	43	0,6032	3
3	23.08.1996	182	65	25,5	7	187	183	66	34	37	0,524	4
4	19.10.1996	179	64	26,5	7	210	180	51	42	35	0,5224	3
5	01.01.1997	173	58,6	23,5	6,5	251	196	65	48	34	0,6028	3-4
6	23.01.1997	171	55	23,5	7	221	175	60	39	55	0,448	2-3
7	01.02.1997	185	74	25,5	9	192	169	50	33	42	0,4	5
8	25.02.1997	172	61	24	7	207	203	62	42	35	0,6028	1-2
9	12.03.1997	171	59,7	23,5	8	212	169	57	36	35	0,66	3
10	12.04.1997	172	53	23,5	7	201	190	62	39	41	0,457	2-3
11	15.07.1997	166	56,6	24	7,5	186	187	60	35	29	0,71	1-2
12	23.07.1997	173	46	20,5	4,5	270	180	68	50	42	0,7742	4
13	12.01.1998	174	61	23,5	8	221	174	64	36	35	0,5	1
14	01.03.1998	164	53	23	7	181	169	56	34	53	0,9231	1
15	07.04.1998	170	57	23	7,5	226	185	58	37	26	0,45	2

Tablo 5.3: Uzmanların Testlere Verdiği Ağırlıklar

1. Uzman	Boy	Kilo	Ön Kol	Deri Uzama	El Vurma	Uzun Atla	Esname	Poligon	Mekik	Koşu
1	10	9	3	1	7	5	6	4	2	8
2	10	9	5	1	6	4	8	3	2	7
3	10	9	8	4	2	6	3	5	1	7
4	10	9	4	6	5	8	7	2	1	3
5	10	9	5	7	6	8	4	3	2	1
2. Uzman	Boy	Kilo	Ön Kol	Deri Uzama	El Vurma	Uzun Atla	Esname	Poligon	Mekik	Koşu
1	3	8	1	2	10	4	5	7	6	9
2	6	7	2	1	10	8	4	5	3	9
3	6	7	2	1	10	8	3	4	5	9
4	10	9	2	1	6	4	3	5	7	8
5	10	9	2	1	7	8	3	4	6	5

Uzmanlardan alınan tüm ağırlık değerleri aritmetik ortalama alınarak tek bir tablo haline getirilmiştir. Uzman görüşleri tablosu Tablo 5.4'te verilmiştir.

Tablo 5.4: Uzman Görüşleri

ORTALAMA	Boy	Kilo	Ön Kol	Deri Uzama	El Vurma	Uzun Atla	Esname	Poligon	Mekik	Koşu
1	4,750	6,500	2,625	1,750	9,125	5,000	6,625	6,250	3,750	8,625
2	5,875	6,000	2,625	1,875	7,500	6,500	6,625	5,375	3,875	9,000
3	6,875	6,625	3,125	2,375	6,500	6,375	5,375	5,000	3,875	8,875
4	9,875	8,125	4,000	2,500	6,250	5,500	4,375	4,500	4,500	5,375
5	10,000	8,000	4,000	3,125	6,125	6,000	3,500	4,875	4,750	4,625

5.2 Bulanık Kural Matrisinin Oluşumu

Vücut kitle indeksinin pozisyonlara etkisinin görülmesi için Amerikan Profesyonel Basketbol Ligi takımlarından Chicago Bulls, Miami Heat, Dallas Mavericks, Orlando Magic ve Milwaukee Bucks takımlarının resmi internet sitelerinde bulunan oyuncu bilgileri incelenmiştir. Takımlarda bulunan 73 oyuncu pozisyonlarına göre gruplanmış ve her oyuncunun vücut kitle indeksi hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen vücut kitle indekslerinin ortalamaları alınmıştır. Böylece beş temel pozisyon için profesyonel oyuncuların vücut kitle indeksi değerleri elde edilmiştir. Yapılan işlemler sonucunda elde edilen verilerden her pozisyon için bulanık kural matrisleri oluşturulmuştur. Bu bulanık kural matrislerinde boy uzunlukları "kısa", "orta" ve "uzun" olmak üzere üç grupta; vücut kitle indeksi değerleri ise "çok düşük", "düşük", "orta düşük", "orta yüksek", "yüksek" ve "çok yüksek" olmak üzere altı farklı grupta incelenmiştir. Tablo 5.5'de 1 pozisyonu için elde edilmiş olan bulanık kural matrisi verilmiştir.

Tablo 5.5: Basketbolda 1 Pozisyonu İçin Bulanık Kural Matrisi

Boy	Vücut Kitle İndeksi					
	Çok Düşük	Düşük	Orta Düşük	Orta Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
Kısa	Eşleşmedi	Eşleşmedi	Eşleşmedi	Eşleşmedi	Eşleşmedi	Eşleşmedi
Orta	Eşleşmedi	Yarı Eşleşti	Eşleşti	Yarı Eşleşti	Eşleşmedi	Eşleşmedi
Uzun	Eşleşmedi	Eşleşmedi	Yarı Eşleşti	Yarı Eşleşti	Eşleşmedi	Eşleşmedi

5.3 Bulanık Mantıkla İncelenecek Test Sonuçlarına Uygulanan İşlemler

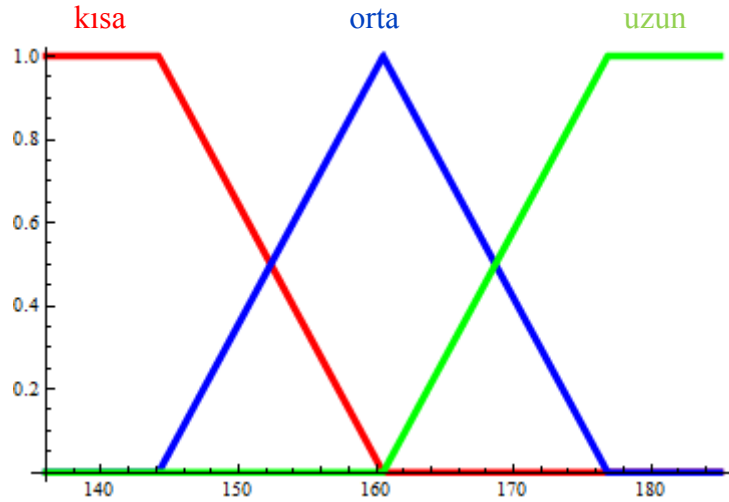
Uzman görüşlerinin bulunduğu tablo değerleri, sonuçların daha anlaşılır çıkması için satır toplamları elde edilerek tüm satır değerlerinin bulunduğu satırın toplamına bölünerek normalize edilmiştir.

Tüm sporcu verileri taranarak en küçük ve en büyük değerleri bulunmuştur. Bu iki değer toplanıp 6'ya bölünerek adım uzunluğu elde edilmiştir. Bu işlemlerde en kısa

boy h_{min} , en uzun boy h_{max} ve adım uzunluğu h_a olarak incelenmiştir. Bu durumda kısa, orta ve uzun boy için üyelik değerlerinin sağlanması denklem (5.1)'de verilmiştir.

$$\begin{aligned} \mu_{kisa}(boy) &= \begin{cases} 0 \leq boy \leq h_{min} + h_a, & 1 \\ h_{min} + h_a \leq boy \leq h_{min} + 3h_a, & 1 + \left(-\frac{1}{2h_a}\right)[boy - (h_{min} + h_a)] \end{cases} \\ \mu_{orta}(boy) &= \begin{cases} h_{min} + h_a \leq boy \leq h_{min} + 3h_a, & \frac{1}{2h_a} [boy - (h_{min} + h_a)] \\ h_{min} + 3h_a \leq boy \leq h_{min} + 5h_a, & 1 + \left(-\frac{1}{2h_a}\right)[boy - (h_{min} + 3h_a)] \end{cases} \\ \mu_{uzun}(boy) &= \begin{cases} h_{min} + 3h_a \leq boy \leq h_{min} + 5h_a, & \frac{1}{2h_a} [boy - (h_{min} + 3h_a)] \\ h_{min} + 5h_a \leq boy, & 1 \end{cases} \end{aligned} \quad (5.1)$$

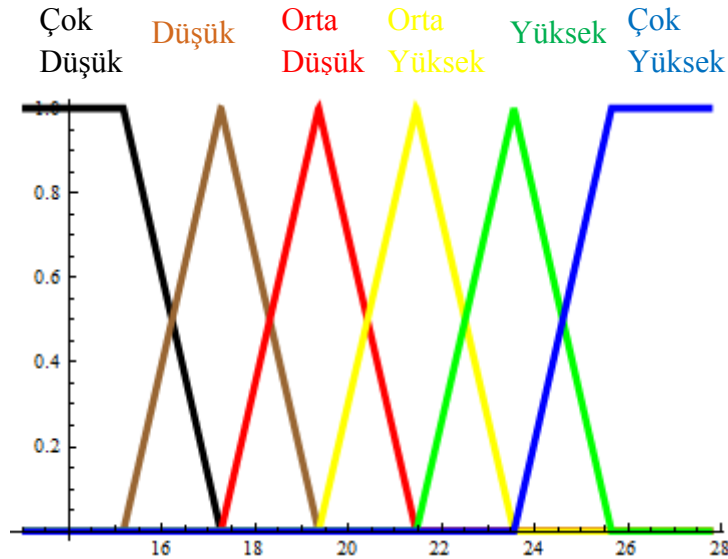
Tüm bu işlemler ile üç kurallı üçgen tipli üyelik fonksiyonu çizilmiştir. Boy uzunlukları 2 boyutlu grafiğin x-ekseni, boy uzunluğuna karşılık gelen üyelik değeri grafiğin y-ekseni olarak kabul edilerek Şekil 5.1'deki grafik elde edilmiştir.



Şekil 5.1: Boy Üyelik Fonksiyonu

Tüm sporcuların vücut kitle indeksi değerleri taranarak en küçük değer ve en büyük değer bulunmuştur. Bu iki değer toplanıp 7 ile bölünmüştür ve adım uzunluğu elde edilmiştir. En küçük değer bmi_{min} , en büyük değer bmi_{max} ve adım uzunluğu da bmi_a olarak işlemlere tabi tutulmuştur. Bu durumda çok düşük, düşük, orta düşük, orta yüksek, yüksek ve çok yüksek vücut kitle indeksi için üyelik değerlerinin sağlanması $b = bmi$ olmak üzere denklem (5.2)'de ifade edilmiştir.

$$\begin{aligned}
\mu_{\text{çokdüşük}}(b) &= \begin{cases} 0 \leq b \leq b_{\min} + b_a, & 1 \\ b_{\min} + b_a \leq b \leq b_{\min} + 2b_a, & 1 + \left(-\frac{1}{b_a}\right)[b - (b_{\min} + b_a)] \end{cases} \\
\mu_{\text{düşük}}(b) &= \begin{cases} b_{\min} + b_a \leq b \leq b_{\min} + 2b_a, & \left(\frac{1}{b_a}\right)(b - (b_{\min} + b_a)) \\ b_{\min} + 2b_a \leq b \leq b_{\min} + 3b_a, & 1 + \left(-\frac{1}{b_a}\right)[b - (b_{\min} + 2b_a)] \end{cases} \\
\mu_{\text{ortadüşük}}(b) &= \begin{cases} b_{\min} + 2b_a \leq b \leq b_{\min} + 3b_a, & \left(\frac{1}{b_a}\right)(b - (b_{\min} + 2b_a)) \\ b_{\min} + 3b_a \leq b \leq b_{\min} + 4b_a, & 1 + \left(-\frac{1}{b_a}\right)[b - (b_{\min} + 3b_a)] \end{cases} \\
\mu_{\text{ortayüksek}}(b) &= \begin{cases} b_{\min} + 3b_a \leq b \leq b_{\min} + 4b_a, & \left(\frac{1}{b_a}\right)(b - (b_{\min} + 3b_a)) \\ b_{\min} + 4b_a \leq b \leq b_{\min} + 5b_a, & 1 + \left(-\frac{1}{b_a}\right)[b - (b_{\min} + 4b_a)] \end{cases} \\
\mu_{\text{yüksek}}(b) &= \begin{cases} b_{\min} + 4b_a \leq b \leq b_{\min} + 5b_a, & \left(\frac{1}{b_a}\right)(b - (b_{\min} + 4b_a)) \\ b_{\min} + 5b_a \leq b \leq b_{\min} + 6b_a, & 1 + \left(-\frac{1}{b_a}\right)[b - (b_{\min} + 5b_a)] \end{cases} \\
\mu_{\text{çokyüksek}}(b) &= \begin{cases} b_{\min} + 5b_a \leq b \leq b_{\min} + 6b_a, & \left(\frac{1}{b_a}\right)(b - (b_{\min} + 5b_a)) \\ b_{\min} + 6b_a \leq b, & 1 \end{cases}
\end{aligned} \tag{5.2}$$



Şekil 5.2: Vücut Kitle İndeksi Üyelik Fonksiyonu

Yukarıda açıklanan tüm işlemler ile bir sporcuya ait tüm boy üyelik değerleri toplamının ve tüm vücut kitle indeksi üyelik değerleri toplamının 1 olması sağlanmıştır. Aynı zamanda bir kişinin en fazla iki farklı kural altında üyelik fonksiyonu değeri bulunması durumu korunmuştur.

Elde edilen üyelik değerleri ile sporcuların bulanık kural matrisleri oluşturulmuştur. Örnek bir bulanık kural matrisi Şekil 5.3’de verilmiştir.

.....

Şekil 5.3: Vücut Kitle İndeksine Ait Örnek Bir Bulanık Kural Matrisi

Bir sporcunun bir pozisyona herhangi bir boy üyelik değeri ve herhangi bir vücut kitle indeksi üyelik değeri için yatkinlığı denklem (5.3) ile hesaplanmıştır.

$$\mu^i = w_H(\text{pozisyon}) \times \mu_{H_i} + w_{BMI}(\text{pozisyon}) \times \mu_{BMI_j} \quad (5.3)$$

Denklem (5.3)’de i herhangi bir boy üyelik değeri ve j herhangi bir vücut kitle indeksi üyelik değeri olarak alınmıştır. Bu denklemden bir pozisyon için elde edilen sonuçlar bulanık kural matrisinde bulunan değerlere karşılık düşürülerek her oyuncunun her pozisyon için maksimum eşleşti, maksimum yarı eşleşti ve maksimum eşlemedi değerleri elde edilmiştir. Bu maksimum değerler denklem (5.4) ’e girdi olarak verilerek her oyuncunun boy ve vücut kitle indeksi değerleri ile o pozisyona yatkinlığı hesaplanmıştır.

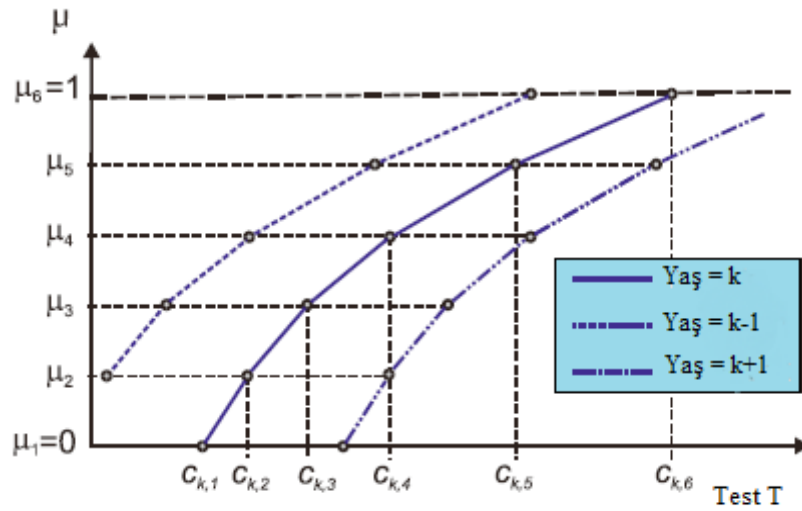
$$\mu(\text{pozisyon}) = \text{Max}(0.5 \times \text{Max}_{\text{Yarı Eşleşti}}, \text{Max}_{\text{Eşleşti}}) \quad (5.4)$$

5.4 Bulanık Mantıkla İncelenmeyecek Test Sonuçlarına Uygulanan İşlemler

Sporcuların boy ve kilo değerleri hariç tüm testleri sporcunun yetenek testleridir. Bu testlerden elde edilen üyelik dereceleri, bulanık kurallarla değil; her yaş ve her test için normatif sınıflar oluşturularak sağlanmıştır. Normatif sınıfların elde edilmesi için tüm sporcular yaşlarına göre gruplanmıştır. Her test için her yaş grubunun en büyük ve en küçük değerleri bulunmuştur.

Her yaş grubunun tüm test değerlerine k-ortalamlar yöntemi uygulanarak o yaş grubundaki veriler 5 alt sınıfa bölünmüştür. Her yaş için teste tabi tutulan sporcu sayısı yeterince fazla olmadığı için 2 adet sporcunun bulunduğu yaş gruplarında

büyük test sonucundan küçük test sonucu çıkarılıp 6'ya bölünerek adım uzunluğu elde edilmiş ve her alt sınıfta alt ve üst değerlere bir adım uzunluğu eklenerek sınıflar oluşturulmuştur. 3 adet sporcunun bulunduğu yaş gruplarında büyük test sonucundan ortadaki test sonucu çıkarılıp 2'ya bölünerek 1. adım uzunluğu elde edilmiş ve alt değere bu adım uzunluğu eklenerek bir sınıf sınırı, bir adım uzunluğu daha eklenerek ikinci sınıf sınırı elde edilmiştir. Öte yandan ortadaki test sonucundan en küçük test sonucu çıkarılıp 3'e bölünmüş ve 2. adım uzunluğu elde edilmiştir. En küçük değere 3 adımda bu adım uzunlukları eklenerek 3 alt sınıf sınırı daha elde edilmiştir. Örneğin 16 yaş grubunda 3 adet öğrenci vardır ve bu öğrencilerin test sonuçları 187, 207 ve 251'dir. Bu durumda 1. adım uzunluğu 7, 2. Adım uzunluğu ise 22'dir. Normatif sınıf sınırları ise $\{\{187, 194\}, \{194, 201\}, \{201, 207\}, \{207, 229\}, \{229, 251\}\}$ olarak elde edilir. Bu işlem tüm testlere her yaş için uygulanarak her T testi ve her k yaşı için Şekil 5.3'teki gibi grafikler elde edilmiştir.



Şekil 5.3: T Testi için Normatif Sınıf Eğrisi

Şekil 5.3'te gösterilmiş olan grafiğin y -eksenindeki μ değerleri 0-1 arasında 0.2'şer adım uzunlukla arttırılmış üyelik değerleridir.

Testlerin üyelik değerlerini elde etmek için her normatif sınıf sınırları arası yaklaşık bir doğru parçası gibi ele alınmıştır. Sporcunun test sonucu, bu test sonucunun içinde bulunduğu normatif sınırları ve bu sınırlara ait üyelik değerleri bilindiği için iki noktası bilinen doğrunun denklemi formülü ile sporcunun o testteki üyelik değeri elde edilmiştir. Bu denklemin uygulanaşı (5.5)'te verilmiştir. Bu denklemde R_{ij}

sporçunun test sonucudur. l ise sporçunun kaçınıcı normatif sınıfta bulunduğunu ifade etmektedir.

$$\mu_k = \frac{\mu_{k,l+1} - \mu_{k,l}}{c_{k,l+1} - c_{k,l}} (R_{ij} - c_{k,l}) + \mu_{k,l} \quad (5.5)$$

5.5 Yaş Verisinin Gün Bazında İşlemlere Dahil Edilmesi

Yukarıda sporcuların üyelik değerlerinin belirlenmesi yaş gruplarına göre yapılmıştır. Tüm bu işlemlerde tabanda aynı yaşta olan sporcuların ay ve gün farkıyla birbirlerinden farkları göz önüne alınmamıştır. Bu durum bir yılın ilk aylarında doğan sporcular ile son aylarında doğan sporcular arası farkı göz ardı etmek anlamına gelmektedir. Bu sorunun ortadan kalkması için sporcuların üyelik değerleri sabit tutulup normatif sınıf değerlerini bir üst yaşa taşıma işlemi yapılmıştır. Bu durumun sebebi sporçunun gün bazında yaşının her zaman taban yaşından yüksek olması yani sporçunun gün bazında yaşının onu bir üst yaşa yaklaştırmasıdır. İfade edilen problemin çözümü için denklem (5.6)'te yaş normalizasyonu yapılmıştır. Bu normalizasyonun temeli, üyelik değeri sabit tutulup gün bazında yaşın etkisinin lineer bir fonksiyon olarak işleme dahil edilerek yeni normatif sınıf sınırlarının denklem (5.6) ile belirlenmesidir.

$$\begin{aligned} c_l^* &= c_{k,l} + (\kappa - k)(c_{k+1,l} - c_{k,l}) \\ c_{l+1}^* &= c_{k,l+1} + (\kappa - k)(c_{k+1,l+1} - c_{k,l+1}) \end{aligned} \quad (5.6)$$

Normatif sınıflar denklem (5.7)'deki işlemde geçirildikten sonra hesaplanan sporçunun i . pozisyon için yeni üyelik değerleri ise:

$$\mu_{ij}^* = \frac{\mu_{l+1} - \mu_l}{c_{l+1}^* - c_l^*} (R_{ij} - c_l^*) + \mu_l \quad (5.7)$$

ile hesaplanmıştır. Denklem (5.7)'de R_{ij} sporçunun test sonucudur. l ise sporçunun kaçınıcı normatif sınıfta bulunduğunu ifade etmektedir.

5.6 Elde Edilen Verilere Göre En Uygun Pozisyonun Belirlenmesi

Tez çalışmasının 5. bölümünde bu kısma kadar yer alan tüm anlatımlar sonucunda sporcuların 10 farklı test için üyelik değerlerinin elde edilişi anlatılmıştır. Bu kısımda

ise elde edilmiş olan üyelik değerlerinden sporcuların en uygun pozisyonlarının belirlenmesi ifade edilecektir.

Kısım 5.3'te sporcuların boy ve vücut kitle indeksi üyelik değerleri uzmanların bu testlere verdiği ağırlık katsayısı ile çarpılmıştı. Kısım 5.5'te elde edilen i . test üyelik değerleri öncelikle ilgili oldukları katsayı ile denklem (5.8)'daki gibi çarpılmıştır.

$$\mu(\text{pozisyon}) = \sum_{i=1}^8 \mu_i * \omega_i(\text{pozisyon}) \quad (5.8)$$

Yapılan işlemler sonucunda sporcuların 10 farklı pozisyon için bulanık mantıkla incelenmiş boy ve vücut kitle indeksi verilerinin üyelik değeri ile klasik mantıkla incelenmiş ön kol çevre ölçüsü, üst kol deri uzaması, dakikada el vurma sayısı, uzun atlama, esneme, poligon, mekik ve 3 dakikadaki koşma turu/ 6 dakikadaki koşma turu verilerinin üyelik değeri olmak üzere 2 adet yetenek üyelik değeri elde edilmiştir. Son olarak bu iki yetenek üyelik değeri toplanarak sporcuya ait 10 adet üyelik değeri elde edilmiştir. Bu 10 değerden en yüksek olanı kişinin en yetenekli bulunduğu basketbol pozisyonudur.

5.7 Sonuçlar ve Tartışma

Tez sırasında incelenmiş 166 bayan sporcudan 116 sınıfın oynadığı pozisyon, uzman sistemin işleyişi sonucunda da kendisine uygun bulunan pozisyonudur. Bu yaklaşık olarak %70 doğruluk anlamına gelmektedir. Bu sonucun elde edilmesinde, antrenörlerinin birden fazla pozisyonda verimli oynadığı düşünülen sporcuların tüm pozisyonları doğru sayılmıştır. Örneğin, sporcunun verimli olduğu düşünülen pozisyonlar “1-2” ise işlem sonucunun 1 ya da 2 vermesi doğru kabul edilmiştir.

Bu çalışmada, [1] makalesinde uygulanmış ve sporcuların farklı spor branşlarına olan yeteneğini belirlemek amacıyla kullanılması uygun görülmüş testler kullanılmıştır. Fakat tez çalışmasının amacı sporcuların basketbol pozisyonlarına yatkınlıklarını tespit etmektir. Bu sebeple uygulanan testlerin basketbol pozisyonlarına uygun yeteneklerin belirlenmesi konusundaki yeterliliği tartışmaya açıktır. Bu da doğruluk oranını etkileyen en önemli faktörlerden biridir.

Doğruluk oranında etkili bir başka faktör de antrenörlerin sporculara uygun gördüğü pozisyonların, uzman görüşleri ile uyuşmamasıdır. Yani uzmanların önemli bulduğu pozisyonlar aslında antrenörlerinin sporcularını oynattıkları pozisyon olmayabilir.

Elde edilen sonucun doğruluk oranının artırılması öncelikle uzman görüşlerinin artırılmasını gerektirmektedir. Daha fazla uzmanın görüşü ile daha doğru katsayılar elde etmek mümkün olabilir.

Doğruluk oranının daha yukarı çekilebilmesinin bir alternatif yolu da testlere tabi tutulan sporcu sayının artırılması ile mümkün olabilir. Sporcu sayısı, elde edilen normatif sınıf değerlerinin daha verimli olarak sağlanması konusunda en önemli faktördür. Bu sebeple daha fazla sporcu ve daha geniş yaş aralıklarında çalışmanın doğruluk oranının artmasında etkili olacağı tahmin edilmektedir.

Tezin hazırlanışı sırasında dikkat çeken bir husus sadece boy ve vücut kitle indeksi için bulanık matrislerin oluşturulmuş olmasıdır. Diğer testler için ise k-ortalamlar metodu ile üyelik değerleri belirlenmiştir. Bir sonraki aşama olarak, tüm testlerin bulanık mantık ile çözümlenmesi veya kullanılan klasik k-ortalamlar yöntemi yerine bulanık k-ortalamlar yöntemi ile gruplandırarak sporcuların farklı normatif sınıflar için bulanık üyelik derecelerinin hesaplanmasıyla sonuca gidilmesi öngörülmüştür.

Tez hazırlanışında boy ve vücut kitle indeksi için gün bazında yaş değerlendirmesi yapılmamış, tüm yaş grupları bir arada değerlendirilmiştir. Hâlbuki kendi yaş grubunda uzun olan bir sporcu genel durumda kısa olarak değerlendirilebilir. Bu sebeple boy ve vücut kitle indeksi değerleri için de gün bazında yaş değerlendirmesi de çalışmaya eklenebilir.

Hazırlanmış olan uzman sistem sadece kısıtlı bir alanda uygulanabilmektedir. Bu çalışmayı genele yayabilmek ve ulaşılabilirliğini arttırmak için internet üzerinden bir yazılım çalışması yapılabilir. Farklı kullanıcı yetkili olarak tasarlanan bir sistem ile hem birçok kişi tarafından bilgi girişi mümkün hale getirilebilir hem de veri girişi yetkisi olmayan herhangi bir kullanıcı da ebeveyni bulunduğu çocuğunun basketbola yatkınlığını kontrol edebilir.

KAYNAKLAR

- [1] V. Papić, N. Rogulj, V. Pleština, 2009. Identification of Sport Talents Using a Web-Oriented Expert System with a Fuzzy Module, *Expert Systems with Applications*, **36**, 8830- 8838.
- [2] A. Turing, 1950. Computing Machinery and Intelligence, Oxford University Press, New York.
- [3] N. Baykal, T. Beyan, 2004. Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler, Bıçaklar Kitapevi, Ankara.
- [4] http://www.igcseict.info/theory/7_2/expert/, Mayıs, 2013.
- [5] K. Yaralıoğlu, www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/bul_man.doc, Mayıs, 2013.
- [6] Z. Lotfi, 1965. Fuzzy Sets, *Information and Control*, **8**, 333-353.
- [7] F. Gencay, <http://www.belgeler.com/blg/6qe/bulanik-kmeler>, Mayıs, 2013.
- [8] Ş. Işık, 1999. Bulanık Mantık ve Bulanık Teknolojiler, *3e- Enerji, Elektrik, Elektromekanik*, **62**, 80-85.
- [9] H. Armağan, 2008. Öğrenci Akademik Performans Değerlendirmesi için Yeni Bir Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- [10] Ö. Akyazı, M. A. Usta, A. S. Akpınar, 2011. Kapalı Ortam Sıcaklık ve Nem Denetiminin Farklı Bulanık Üyelik Fonksiyonları Kullanılarak Gerçekleştirilmesi, *6. International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)*, 16-18 May 2011, Elazığ, Turkey.

EKLER

Ekte verilen Mathematica kodlarında kullanılmış değişken isimleri aşağıdaki şekildedir.

STDATA: Sporcuların test sonuçları

IMPNOTR: Uzmanların testlere verdiği ağırlıkların normalize edilmiş hali

frm00: Bulanık kural tablosu

M2Dif: Denklem (5.1)'in ifadesi

FRv: Eşleşti, Yarı Eşleşti ve Eşleşmedi olarak ifade edilmiş bulanık değer kümesi

M0Dif: Denklem (5.2)'nin ifadesi

RULEBOUND: Her yaş ve her test için minimum ve maksimum değerlerin ifadesi

R: Bir sporcunun verileri

ATBndNorCls: Normatif sınıf sınırları

BndNorCls: Her yaş ve her test için normatif sınıf sınırlarının grubu

Mfunc: Denklem (5.3)'ün ifadesi

MYfunc: Denklem (5.5)'in ifadesi

TFI: Denklem (5.6)'nın ifadesi

NorTFISon: Her sporcunun her pozisyon için uygunluk değeri tablosunun normalize edilmiş hali

KODLAR

```
ortilkV[list_,kumesay_]:=Block[{el1,el2,el3,el4,i,j},
```

```
el1=Length[list];
```

```
el2=Sort[list];
```

```
el3=Floor[el1/kumesay];
```

```
Do[
```

```
el4[i]=Sum[el2[[j]],{j,(i-1)el3+1,iel3}]/Max[{el3,10^(-10)}];
```

```
,{i,1,kumesay-1}];
```

```
el4[kumesay]=Min[Max[Sum[el2[[j]],{j,(kumesay-1)el3+1,el1}]/Max[{(el1-
```

```
Return[Table[N[el4[i]],{i,1,kumesay}]]]
```

```
ayirV[list_,ortlist_]:=Block[{kumesay,el0,el1,el2,orts,el3,el4,el5,el6,ortn,send,i,j},
```

```
kumesay=Length[ortlist];
```

```
el0=Sort[list];
```

```
el1=Length[el0];
```

```
Do[el2[i]={},{i,1,kumesay}];
```

```
orts=ortlist;
```

```
Do[el3=el0[[i]];
```

```
el4=Abs[el3-orts];
```

```
el5=Min[el4];
```

```
el6=Position[el4,el5][[1,1]];
```

```
ortn=Table[N[Sum[el2[i][[j]],{j,1,Length[el2[i]}]/Max[{Length[el2[i]],10^(-10)}],4],{i,1,kumesay}];
```

```
send=Table[{el2[i],ortn[[i]]},{i,1,kumesay}];
```

```
Return[send]]
```

```
UzBV[vec1_,vec2_]:=Block[{uz1,top,dis,i},
```

```
uz1=Length[vec1];
```

```
top=Sum[(vec1[[i]]-vec2[[i]])^2,{i,1,uz1}];
```

```
Return[dis]]
```

```
sapmaV[list_]:=Block[{el0,uz0,el1,el2,el3,sap,topsap,i,j},
```

```
el0=list;
```

```
uz0=Length[el0];
```

```
Do[el1[i]=el0[[i]];
```

```
el2[i]=Length[el1[i]];
```

```
el3[i]=Sum[el1[i][[j]],{j,1,el2[i]}]/Max[{el2[i],10^(-10)}];
```

```
topsap=N[Sum[sap[i],{i,1,uz0}]];
```

```
Return[topsap]]
```

```
kumelemeV[list_,kumesay_,ortl_,maxit_]:=Block[{el0,el1,sart,ort0,kumsap,kume,  
kumel,i,j,orts},
```

```

el0=Sort[list];
el1=Length[el0];
ort0=ortl;
kume[0]=ayirV[el0,ort0];
i=0;
While[sart,
kume1=Table[kume[i][[j,1]],{j,1,kumesay}];
orts[i]=Table[kume[i][[j,2]],{j,1,kumesay}];
kume[i+1]=ayirV[el0,orts[i]];
sart=kume[i+1]≠ kume[i] && i<maxit;
i=i+1];
Return[{kume[i],kumsap[i-1]}]]

```

```

RANDKUMV[list_,kumesay_,randsay_,randara_,maxit_]:=Block[{el0,el1,el2,el
3,hata,minh,sonuc,i},
el0=list;hata=10^(10);
el1=ortilkV[el0,kumesay];
el2=Join[{el1},Table[Sort[Table[Random[Real,{Max[{Min[el0],el1[[i]]]-
Do[
el3[i]=kumelemeV[el0,kumesay,el2[[i]],maxit];
If[el3[i][[2]]<hata,hata=el3[i][[2]];minh=i;sonuc=el3[i]],{i,1,randsay}];
Return[sonuc]]

```

```

CLSBOUNDS[list_,kumesay_,randsay_,randara_,maxit_]:=Block[{sep,dev,set01
,el01,uz01,min,max,sinirlist,el02,i},
sep=RANDKUMV[list,kumesay,randsay,randara,maxit];
dev=sep[[2]];
set01=sep[[1]];
sinirlist={};
Do[
el01=Union[set01[[i,1]]];
uz01=Length[el01];
el02=If[uz01≠0,min,-10];
AppendTo[sinirlist,el02];
,{i,1,kumesay}];
max=Max[list];
AppendTo[sinirlist,max];
Return[sinirlist]]

```

```

BND[list_,kumesay_,randsay_,randara_,maxit_]:=Block[{el01,uz01,j,k,a,grlist,sa
rt,lab1,lab2,son,m,say,uz02,i},
uz01=Length[el01]-1;
m=uz01+1;
say=0;
While[el01[[m]]==-10,
m=m-1;
say=say+1;
];
uz02=If[say≠0,m,uz01];

```

```

Do[j=i;
Label[lab1];
a[i][1]=el01[[j]];
k=j+1;
a[i][2]=el01[[k]];
Label[lab2];
sart= a[i][2]>a[i][1];
While[k≤ uz01&& Not[sart],
k=k+1;
a[i][2]=el01[[k]];
sart= a[i][2]>a[i][1];
];
While[a[i][1]==-10,
j=j-1;
If[j≥ 1,a[i][1]=el01[[j]],Break[]];
];
j=i;
If[!sart,j=j-1;Goto[lab1]];
a[i][1]=el01[[j]];
];
If[ a[i][2]≤ a[i][1],Goto[lab2]];
,{i,1,uz02}];
Do[AppendTo[son,{a[m][1],a[m][2]}],{say-1}];
Return[son];

```

```

ATBndNorCls[list_,kumesay_,randsay_,randara_,maxit_]:=Block[{el01,uz01,el
02,i,j,lab1,bos,bas,bit,basbit,uz02},
uz01=Length[el01];
bos={};
i=1;
Label[lab1];
el02=el01[[i]];j=i+1;
While[j≤uz01 && el02== el01[[j]],
j=j+1;
];
bas=el02[[1]];bit=el02[[2]];
basbit=Table[{bas+k uz02,bas+(k+1) uz02},{k,0,j-i-1}];
AppendTo[bos,basbit];
i=j;
If[i> uz01,,Goto[lab1]];
Return[Flatten[bos,1]]]

```

```

as2={};Do[as1[[i,2]]=Floor[DateDifference[as1[[i,2]],Date[]]];AppendTo[as2,as1[[i
]],{i,1,uz1}];

```

```

STDATA={};Do[AppendTo[STDATA,Insert[as2[[i]],N[as2[[i,4]]/(as2[[i,3]]/100)^2
],3]],{i,1,uz1}];

```

```
sez1=ReadList["C:\\Documents and
Settings\\Ahmet\\Desktop\\Sezen\\01\\Veri02.txt", {Record,Number,Number,Number
,Number,Number,Number,Number,Number,Number},RecordLists→False,R
ecordSeparators→{"\t","\t","\t","\t","\t","\t","\t","\t","\t","\t","\n"}]
```

```
sez1=Transpose[Drop[Transpose[sez1],{1}]];
```

```
IMPNOR=sez1;Do[IMPNOR[[i]]=IMPNOR[[i]]/Sum[IMPNOR[[i,j]],{j,1,10}],{i,1,
10}];
```

```
height=Table[STDATA[[i,4]],{i,1,uz1}];
```

```
hmin=Min[height];hmax=Max[height];ha=(hmax-hmin)/6;
```

```
mH[l_,x_]:=Which[l=="HS" && 0 ≤ x ≤ hmin+ha,1,l=="HS" && hmin+ha ≤
l=="HS" && x ≥ hmin+2 ha,0,
l=="HM" && x ≤ hmin+ ha,0,
l=="HM" && hmin+ha ≤ x ≤ hmin+3 ha,1/(2ha) (x-(hmin+ha)) ,
l=="HM" && hmin+3ha ≤ x ≤ hmin+5 ha,-1/(2ha) (x-(hmin+3ha)) +1,
l=="HM" && x ≥ hmin+5 ha,0,
l=="HT" && x ≤ hmin+3 ha,0 ,
l=="HT" && hmin+3ha ≤ x ≤ hmin+5 ha,1/(2ha) (x-(hmin+3ha)) ,
l=="HT" && hmin+5ha ≤ x,1]
```

```
a1=Plot[mH["HS",x],{x,hmin,hmax},PlotStyle→{Red,Thickness[0.01]}];
a2=Plot[mH["HM",x],{x,hmin,hmax},PlotStyle→{Blue,Thickness[0.01]}];
a3=Plot[mH["HT",x],{x,hmin,hmax},PlotStyle→{Green,Thickness[0.01]}];
height=Show[a1,a2,a3,AxesOrigin→{hmin,0}]
```

```
BMI=Table[STDATA[[i,3]],{i,1,uz1}];
```

```
BMImin=Min[BMI];BMImax=Max[BMI];BMIs=(BMImax-BMImin)/7;
```

```
mBMI[l_,x_]:=Which[l=="BVL" && 0 ≤ x ≤ BMImin+BMIs,1,l=="BVL" &&
l=="BVL" && x ≥ BMImin+2 BMIs,0,
l=="BSL" && BMImin+2BMIs ≤ x ≤ BMImin+3BMIs,1/(BMIs) (x-
(BMImin+2BMIs)) ,
l=="BSL" && BMImin+3BMIs ≤ x ≤ BMImin+4 BMIs,-1/(BMIs) (x-
(BMImin+3BMIs)) +1,
l=="BSL" && x ≥ BMImin+4 BMIs,0,
l=="BSH" && x ≤ BMImin+3 BMIs,0,
l=="BSH" && BMImin+3BMIs ≤ x ≤ BMImin+4BMIs,1/(BMIs) (x-
(BMImin+3BMIs)) ,
l=="BSH" && BMImin+4BMIs ≤ x ≤ BMImin+5 BMIs,-1/(BMIs) (x-
(BMImin+4BMIs)) +1,
l=="BSH" && x ≥ BMImin+5 BMIs,0,
l=="BH" && x ≤ BMImin+4 BMIs,0,
```

```

l=="BH" && BMImIn+4BMIsT ≤ x ≤ BMImIn+5BMIsT, 1/(BMIsT) (x-
(BMImIn+4BMIsT)) ,
l=="BH" && BMImIn+5BMIsT ≤ x ≤ BMImIn+6 BMIsT, -1/(BMIsT) (x-
(BMImIn+5BMIsT)) +1,
l=="BH" && x ≥ BMImIn+6 BMIsT, 0,
l=="BVH" && x ≤ BMImIn+5 BMIsT, 0,
l=="BVH" && BMImIn+5BMIsT ≤ x ≤ BMImIn+6BMIsT, 1/(BMIsT) (x-
(BMImIn+5BMIsT)) ,
l=="BVH" && BMImIn+6BMIsT ≤ x, 1]
b1=Plot[mBMI["BVL",x],{x,BMImIn,BMImax},PlotStyle→{Black,Thickness[0.01]
}];
b2=Plot[mBMI["BL",x],{x,BMImIn,BMImax},PlotStyle→{Brown,Thickness[0.01]
}];
b3=Plot[mBMI["BSL",x],{x,BMImIn,BMImax},PlotStyle→{Red,Thickness[0.01]
}];
b4=Plot[mBMI["BSH",x],{x,BMImIn,BMImax},PlotStyle→{Yellow,Thickness[0.01
]
}];
b5=Plot[mBMI["BH",x],{x,BMImIn,BMImax},PlotStyle→{Green,Thickness[0.01]
}];
;
b6=Plot[mBMI["BVH",x],{x,BMImIn,BMImax},PlotStyle→{Blue,Thickness[0.01]
}];
BMIFig=Show[b1,b2,b3,b4,b5,b6]

```

```

FHv[x_]:={mH["HS",x],mH["HM",x],mH["HT",x]}

```

```

FBMIV[x_]:={mBMI["BVL",x],mBMI["BL",x],mBMI["BSL",x],mBMI["BSH",x],
mBMI["BH",x],mBMI["BVH",x]}

```

```

Hv={"HS","HM","HT"};

```

```

BMIv={"BVL","BL","BSL","BSH","BH","BVH"};

```

```

frm00=ReadList["C:\\Documents and
Settings\\Ahmet\\Desktop\\Sezen\\01\\Veri03.txt",{Record,Record,Record,Record
},RecordLists→False,RecordSeparators→{"\t","\t","\t","\t","\t","\t","\t","\n"}]

```

```

frm[x_,y_,z_]:=Block[{el01,uz01,el00={"BVL","BL","BSL","BSH","BH","BVH"},
el01,el02,el03,el04,el05,el06,el07},
el01=frm00;
el02=Table[Position[el01,ToString[x]][[i,1]],{i,1,3}];
el03=Table[el01[[el02[[i],2]],{i,1,3}];
el04=Position[el03,ToString[y]][[1,1]];
el05=el02[[el04]];
el07=el01[[el05,el06+2]];
Return[el07]]

```

```

as3={1,2,3,4,5,12,23,45,34,123};

```

```
POSv=Table[ToString[as3[[i]],{i,1,Length[as3]}];
```

```
M2Dif[pos_,stdi_,hi_,bmii_]:=Block[{el01,el02,el03,el04},  
  el01=Position[POSv,pos][[1,1]];  
  el02=STDATA[[stdi,4]];  
  el04=IMPNOTR[[el01,1]] mH[hi,el02]+IMPNOTR[[el01,2]] mBMI[bmii,el03];  
  Return[el04]]
```

```
M1Dif[x_,y_,z_]:=Block[{el01=frm00,uz01=Length[frm00],el02,el03,el04,el05,el06,uz02,i,j},  
  i=1;  
  el04=Position[el03,z];  
  uz02=Length[el04];  
  el05={};  
  Return[el06]]
```

```
FRv={"U","S","M"}
```

```
M[x_]:=Table[M1Dif[x,POSv[[j]],FRv[[k]],{j,1,Length[POSv]},{k,1,Length[FRv]}]
```

```
M0Dif[x_]:=Block[{el01,el02},  
  el01=Length[POSv];  
  el02=Table[Max[{0.5*  
  Return[el02]]
```

```
R[x_]:=Block[{el01,el02},  
  el01>Delete[STDATA[[x]},{3},{4},{5}];  
  el01[[2]]=Floor[el01[[2]]/365.4];  
  Return[el01]  
]
```

```
yaslist=Sort[Union[Table[R[i][[2]],{i,1,uz1}]]];uzyaslist=Length[yaslist];
```

```
RULEBOUND:=Block[{bos,el01,el02,bos1,el03,el04,el05,el06},  
  bos={};  
  el01=Table[R[i],{i,1,uz1}];  
  AppendTo[bos1,el04];  
  ,{j,1,uz1}];  
  uz01=Length[bos1];  
  el05=Table[Min[Table[bos1[[m,n]],{m,2,uz01}]],{n,1,8}];  
  el06=Table[Max[Table[bos1[[m,n]],{m,2,uz01}]],{n,1,8}];  
  Return[bos]]
```

```
BndNorCls[Age_Test_]:=Block[{el01,uz01,el02,el03,el04,el05,gond},  
  uz01=Length[el01];  
  el02=Table[el01[[i,1]],{i,1,uz01}];
```

```

el03=Position[el02,Age][[1,1]];
el04=RULEBOUND[[el03,3]];
gond=ATBndNorCls[el05,5,20,20,50];
Return[gond]]
yasbas=8;yasbit=16;tsay=8;Do[BndNorClsFin[i,j]=BndNorCls[i,j];
Print[StringForm["Age==` Test==` Sonuc==`
",i,j,BndNorClsFin[i,j]],{i,yasbas,yasbit},{j,1,tsay}]

```

```

MemBnd[n_]:=Table[{i,i+1./n},{i,0.,1-1/n,1/n}]

```

```

Mfunc[x_,t_]:=Block[{el01,el02,el03,el04,sart,i,el05,func},
el01=R[x][[t+2]];
el02=R[x][[2]];
sart=True;i=0;
While[sart,
i=i+1;
el04=el03[[i]];
sart=el01>el04[[2]];
];
el05=MemBnd[5][[i]];
func=(el05[[2]]-el05[[1]])/(el04[[2]]-el04[[1]]) (el01-el04[[1]])+el05[[1]];
Return[func]]

```

```

MYfunc[x_,t_]:=Block[{el01,el02,el03,el04,el05,el06,el07,el08,,el09,el10,i,sart1,C
YA,CYU,MY},
el01=R[x];
el02=el01[[2]]; (* tamsayi yasi *)
el03=STDATA[[x]][[2]]/365.4; (* ondalikli yasi *)
el04=el01[[t+2]]; (* t. testin sonucu *)
el07=MemBnd[5][[i]]; (*bulundugu mu sinirlari *)
el10=If[el02≥16,16,el02+1];
el08=BndNorClsFin[el10,t];
el09=el08[[i]]; (* bir ust yasin test grub sinirlari *)
CYA=el06[[1]]+(el03-el02) (el09[[1]]-el06[[1]]);
CYU=el06[[2]]+(el03-el02) (el09[[2]]-el06[[2]]);
Return[MY]]

```

```

TFI[x_,pos_]:=Block[{el01,el02,el03,el04,el05,uz01,el06,i},
el02=IMPNOT[[el01]];
uz01=Length[el02];
el03=MODif[x];
el05=el03[[el01]];
el06=el04;
Return[el06]]

```

```

NorTFISon[x_]:=Block[{uz01,el01,el02,top,k,el03},
uz01=Length[POSv];
el02=Reverse[Sort[el01]];


```

```

top=Sum[el02[[k,1]],{k,1,uz01}];
el03=Table[{el02[[k,1]]/top,el02[[k,2]]},{k,1,uz01}];
Return[el03]
Son:=Block[{bos,el01,el00,uzo,uz01,el02,el03,el04,pos01,uzpos,pos02,sart,say,j,el0
5,pos03,k,uz03,uz04,el06,el07,uz05,el08},
el01=STDATA;bos={};
uzo=Length[el01];
uz01=Length[el01[[1]]];
say=0;
While[k≤uz03 && sart==False,
If[MemberQ[pos03,el05[[k]]],sart=True];
k=k+1;
];
If[sart==True,say=say+1,AppendTo[bos,{j,el00,el02,pos02}]];
Print[StringForm["` Ogrenci ***SECIM=***` OYNPOS=` UZMPOS=`
",j,sart,el02,pos02]];
,{j,1,uzo}];
uz04=Length[bos];
el06=Table[bos[[i,3]],{i,1,uz04}];
el07=Union[el06];
el08=Table[{el07[[i]],Count[el06,el07[[i]]]},{i,1,uz05}];
Print[StringForm["`n`n DOGRU pozisyonunda oynayan ogrenci sayisi =` ",say]];
Return[{say,uz04,el08,bos}]

```