

GÜRÜLTÜ ETKİLERİNİN BULANIK MANTIK TEMELLİ BİR YÖNTEMLE ANALİZİ

Analyzing Effects of Noise Level by a Fuzzy Logic Based System

Nevcihan DURU¹, Cengiz KURTULUŞ² ve Mücella CANBAY²

ÖZET

Bu çalışmada, yerleşim alanlarında ve kentin içinden geçen karayolunun yarattığı gürültü kirliliğinin düzeyinin saptanması ve bunun sonucunda gürültünün neden olduğu konforsuzluk seviyesinin bulanık mantık temelli bir yöntemle elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla İzmit Bölgesinin 14 farklı bölgesinden, gündüz, akşam ve gece alınan gürültü değerleri sisteme ayrı ayrı uygulanarak sistemden bulanık değerler elde edilmiştir. Her bölgenin farklı periyotlar için ölçülmüş farklı gürültü değerlerinin yine farklı yaş ve sürelerle birlikte oluşturacağı konforsuzluk seviyeleri belirlenmiştir. Sonuçta gürültü seviyeleri ve maruz kalınan süre ile yaşın çok ilişkili olduğu ve bu tür modelleme tekniklerinde bulanık mantığın güvenle kullanılabileceği ortaya konmuştur.

ABSTRACT

In this paper, an attempt has been made to determine the noise levels caused by highway passing through the city in the urbanization areas, and probability of Uncomfortableness by fuzzy logic system. For this reason, the noise values measured during day, evening and night at 14 different zones of İzmit region were applied to the fuzzy logic system individually to determine the fuzzy values. The distress levels on humans were tried to predict as a function of different noise levels, ages and durations of their occurrence for each zone. Finally we have determined strong relationships among the noise levels, ages and noise durations, and the applicability of the fuzzy logic system in these modeling techniques successfully.

GİRİŞ

Bu çalışmada, bir bulanık mantık sistemi kullanılarak yerleşim alanlarında gürültü kirliliğinin yarattığı düzeyin saptanması ve bunun sonucunda gürültünün neden olduğu konforsuzluk seviyelerinin elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bulanık mantık Zadeh (1965 a,b) tarafından ortaya atıldığından beri klasik mantık kurallarından farklı birçok üstünlükler içermesi, değişik alanlara uygulanabilir olması ve bulanık önermelere olanak sağlaması nedeniyle artan oranda yaygınlık kazanmıştır (Zadeh,1973, 1994,1999). Literatürde bulanık mantık ve bulanık mantıkla denetim konusunda birçok uygulamayla karşılaşılmakla beraber daha pek çok uygulamaya açık geniş alanlar mevcuttur. İlk kez 1973 yılında, Londra'daki Queen Mary College'de profesör olan H. Mamdani (1975) tarafından bir buhar makinesinde uygulanmış, ticari olarak ise ilk defa, 1980 yılında, Danimarka'daki bir çimento fabrikasının fırınına kontrol etmede kullanılmıştır ve daha sonra çok çeşitli konularda kullanılabilirliği devam etmiştir (Zaheeruddin ve diğ. 2006).

Klasik mantıkta sadece doğru ve yanlış değerleri bulunmaktadır. Doğru 1 değerine, yanlış ise 0 değerine karşılık gelir. Buna göre bir nesne bir kümenin ya tamamen üyesidir ya da dışındadır. Bulanık mantıkta ise, 0 ve 1 arasındaki üyelik değerlerinden söz edilebilir. Yani kısmi üyelik

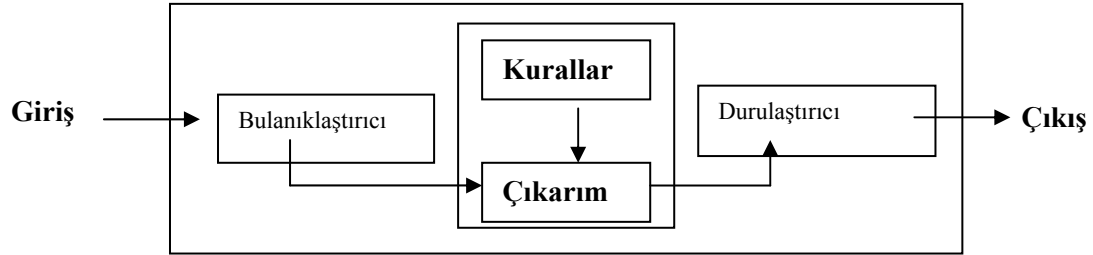
¹ Kocaeli Müh.Fak.Bilgisayar Müh.Bölümü, Veziroğlu Yerleşkesi, İzmit-Kocaeli, e-mail: nduru@kocaeli.edu.tr

² Kocaeli Müh.Fak.Jeofizik Müh.Bölümü, Umuttepe Yerleşkesi 41380 İzmit-Kocaeli, e-mail: mucella@kocaeli.edu.tr, cengizk@kocaeli.edu.tr

kavramı bulunmaktadır. Bulanık mantıktaki en önemli kavramlardan biri de “dilsel değişken” kavramıdır. Dilsel değişkenlerin değerleri dilsel terimlerle ifade edilir. Örneğin, “boy” bir dilsel değişken olarak tanımlanırsa, boy değişkeninin alabileceği değerler {kısa, orta, uzun, çok uzun} şeklinde olabilir. Bulanık mantık sistemler, bulanık mantık küme teorisine dayalı sistemlerdir. Sistem dört bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler; Kurallar, Bulanıklaştırıcı, Durulaştırıcı ve Çıkarım olarak isimlendirilebilir.

Bulanıklaştırıcı ünitesi (fuzzifier), sayısal veriler üzerinde ölçek değişikliği yaparak bunu bulanık veriler biçimine dönüştürmektedir. Bu birim işlevini bulanık kümeleri kullanarak gerçekleştirmektedir. Bulanık kümeler ise üyelik fonksiyonları ile temsil edilmektedir. Uygulamada en sık kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen, sigmoid ve yamuk tipi fonksiyonlar olarak verilmektedir. Kurallar birimi, giriş çıkış arasındaki bağıntıyı tanımlayan bir dizi bulanık kuralları içermektedir. Bu kurallar, uzmanlar tarafından belirlenmiş, bulanık mantık denetleyicinin davranışlarını tespit eden denetim kurallarıdır ve genellikle EĞER-O HALDE (IF-THEN) şart cümlelerinden oluşan bir bütünü temsil etmektedir. IF A THEN B şeklindeki kurallar dilsel değişkenler yardımıyla, örneğin “EĞER Hava Sıcak ise ve Toprak Kuru ise O HALDE su miktarı çok” gibi ifadeler şeklinde kurulur. Burada “Hava”, “Toprak” ve “Su miktarı” dilsel değişkenler, “Sıcak”, “Kuru” ve “Çok” dilsel değerlerdir.

Çıkarım ünitesi (inference engine), bulanıklaştırma ünitesinden gelen bulanık değerleri, kural tabanındaki kurallar üzerinde uygulayarak bulanık karar işlemi gerçekleştirmektedir. Durulaştırıcı (defuzzifier) biriminin görevi, çıkarım ünitesinden gelen bulanık kontrol işaretini sayısal değer biçimine dönüştürmektedir. Bulanık kontrolde kullanılan durulaştırma yöntemlerinden bazıları, merkez yöntemi, ağırlık merkezi yöntemi olarak verilebilir.



Şekil 1. Bulanık mantık sistemi

Figure 1. Fuzzy Logic System

MATERYAL ve METOT

Sunulan bulanık mantık modelinin gerçekleştirilmesi için aşağıdaki adımların oluşturulması gerekmektedir.

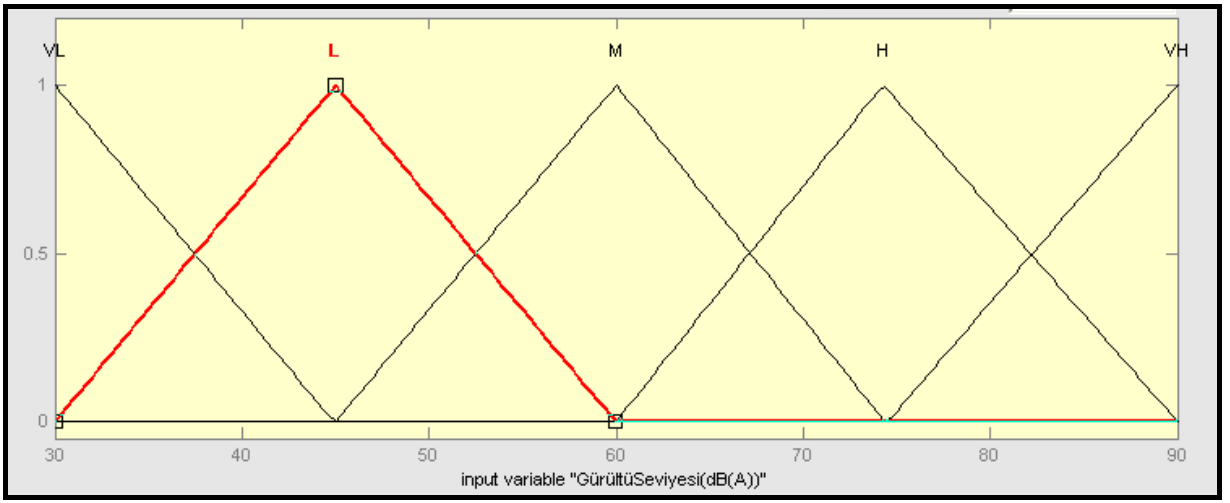
1. ADIM: Öncelikle sistemde kullanılacak giriş ve çıkış değişkenlerinin (Dilsel değişken) tanımlanması gerekir. Çalışmada kullanılan bulanık mantık sisteminin 3 girişi, 1 çıkışı bulunmaktadır. Giriş değişkenleri: Gürültü Seviyesi (Noise Level), Yaş (Age) ve Süre (Duration); çıkış değişkenleri: Konforsuzluk (Rahatsızlık) olarak verilmiştir.

2. ADIM: Tanımlanmış olan giriş-çıkış değişkenlerinin bulanıklık aralıkları ve bu aralıklara karşılık düşen üyelik fonksiyonlarının oluşturulması ikinci adım olarak verilebilir. Aşağıdaki tablolarda, giriş ve çıkış değişkenlerine ait üyelik fonksiyonları ve bu fonksiyonların bulanıklık aralıkları verilmiştir. Örneğin Gürültü seviyesi (Noise Level) giriş değişkeni için 5 adet üyelik fonksiyonu belirlenmiştir. 30-45 dB aralığına VL (Very Low), 30-60 dB aralığına L (Low), 45-75

dB aralığına M (Medium), 60-90 dB aralığına H (High) ve 75-90 dB aralığına VH (Very High) olarak isim verilmiştir.

3. ADIM: Oluşturulan giriş çıkış değişkenleri üzerinden dilsel kuralların oluşturulması. IF-THEN kuralları şeklinde oluşturulan kurallar, kural tablosunda verilmiştir. Bu kurallar, eldeki veriler, ölçümler ve kişilerin tecrübeleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Örneğin, gürültü seviyesinin orta düzeylerde ve kısa süreli olmasının , genç bir kişide oluşturacağı rahatsızlığın çok küçük olduğu düşünülerek bununla ilgili kural, Kural Tablosunda 19. kural olarak, IF (Gürültü Seviyesi is M) AND (Yaş is Young) AND (Süre is Short) THEN (Konforsuzluk) is VS şeklinde verilmiştir.

Şekil 2’de Gürültü Seviyesi giriş değişkenine ait üyelik fonksiyonları gösterilmektedir. Üyelik fonksiyonları ve değerleri ise, Çizelge 1’de verilmektedir.



Şekil 2. Gürültü seviyesi giriş değişkenine ait üyelik fonksiyonları

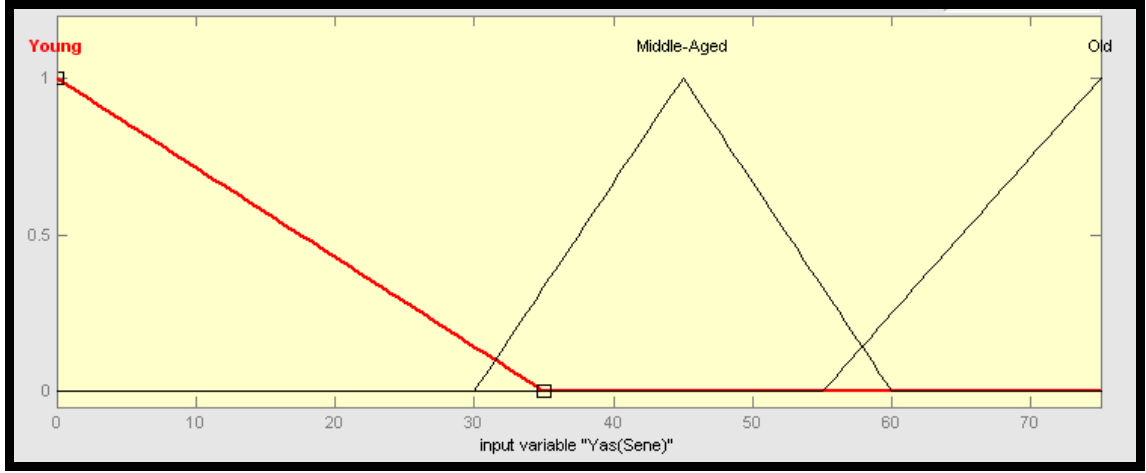
Figure 2. Membership functions for Noise Level

Çizelge 1. Gürültü seviyesi giriş değişkenine ait üyelik fonksiyonları ve değerleri

Table 1. The noise level linguistic variable, linguistic values and fuzzy intervals

Dilsel Değişken	Dilsel Değeri	Bulanıklık Aralığı
Gürültü Seviyesi	VL (Very Low)	30-45 dB
	L (Low)	30-60 dB
	M (Medium)	45-75 dB
	H (High)	60-90 dB
	VH (Very High)	75-90 dB

Şekil 3’de, Yaş giriş değişkenine ait üyelik fonksiyonları gösterilmektedir. Üyelik fonksiyonları ve değerleri ise, Çizelge 2’de verilmektedir.

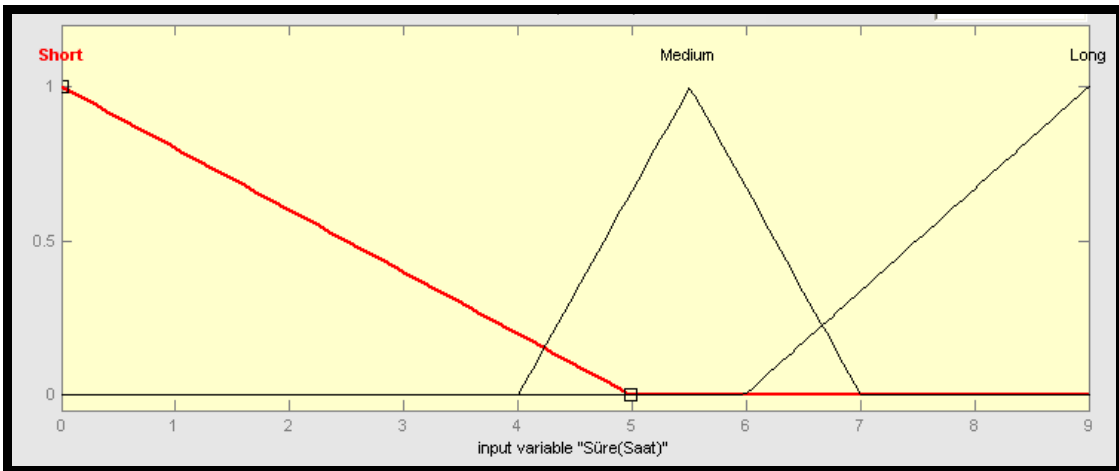


Şekil 3. Yaş giriş değişkenine ait üyelik fonksiyonları
Figure 3. Membership functions for Age

Çizelge 2. Yaş giriş değişkenine ait üyelik fonksiyonları ve değerleri
Table 2. The age linguistic variable, linguistic values and fuzzy intervals

Dilsel Değeri	Dilsel Değişken	Bulanıklık Aralığı
Young	Yaş	0-35
Middle-Aged		30-60
Old		55-75

Şekil 4'de, Süre giriş değişkenine ait üyelik fonksiyonları gösterilmektedir. Üyelik fonksiyonları ve değerleri ise, Çizelge 3'de verilmektedir.



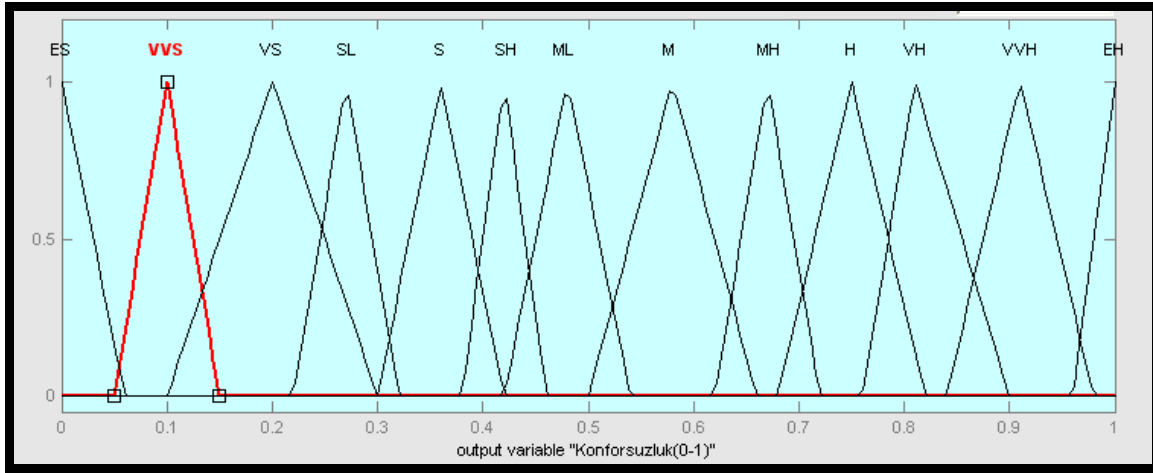
Şekil 4. Süre giriş değişkenine ait üyelik fonksiyonları
Figure 4. Membership functions for Duration

Çizelge 3. Süre giriş değişkenine ait üyelik fonksiyonları ve değerleri

Table 3. The duration linguistic variable, linguistic values and fuzzy intervals

Dilsel Değişken	Dilsel Değeri	Bulanıklık Aralığı
Süre	Short	0-5 (saat)
	Medium	4-7 (saat)
	Long	6-9 (saat)

Şekil 5’te Konforsuzluk çıkış değişkenine ait üyelik fonksiyonları gösterilmektedir. Üyelik fonksiyonları ve değerleri ise, Çizelge 4’de verilmektedir.



Şekil 5. Konforsuzluk çıkış değişkenine ait üyelik fonksiyonları verilmektedir

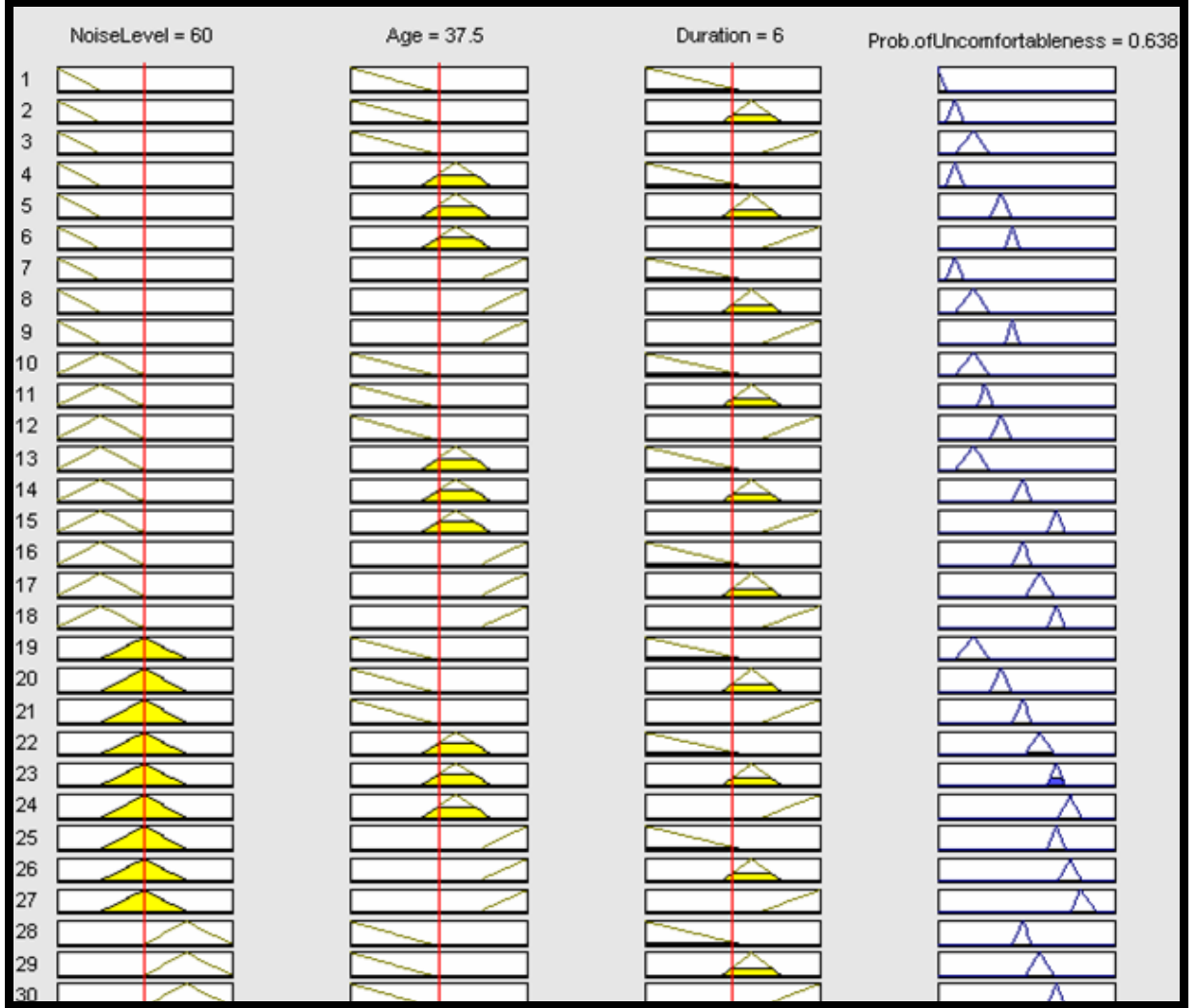
Figure 5. Membership functions for Uncomfortableness

Çizelge 4. Konforsuzluk çıkış değişkenine ait üyelik fonksiyonları ve değerleri

Table 4. The distress level linguistic variable, linguistic values and fuzzy intervals

Dilsel Değişken	Dilsel Değeri	Bulanıklık Aralığı
Konforsuzluk	ES=extremely small	0.00–0.06
	VVS=very very small	0.05–0.15
	VS=very small	0.10–0.30
	SL=small low	0.22–0.32
	S=small	0.30–0.42
	SH=small high	0.38–0.46
	ML=medium low	0.42–0.54
	M=medium	0.50–0.66
	MH=medium high	0.62–0.72
	H=high	0.68–0.82
	VH=very high	0.76–0.90
	VVH=very very high	0.84–0.98
	EH=extremely high	0.96–1.00

Şekil 6'da gürültü, yaş ve gürültü süresi değişkenlerinin örnek birer değerine karşılık yukarıda tanımlı bulanık sistemin verdiği çıkış değeri şekilsel olarak gösterilmektedir. Burada, giriş değerlerinin hangi kuralları harekete geçirdiği (ateşlediği) ve bu değerlere karşılık çıkış değeri görülmektedir.



Şekil 6. Kuralların grafik gösterimi
Figure 6. Fired Rules

UYGULAMA

Çalışmada Kocaeli kentinde gürültü seviyeleri belirlenmiş bölgelerin bulanık mantık çalışması ile “konforsuzluk olasılığı” diye adlandırabileceğimiz durumu incelenmiş ve sonuçları yorumlanmıştır.

İzmit kenti E-5 ve TEM karayolları üzerinde kurulmuş olup, güney tarafı deniz ve kuzey tarafı ise dağlarla çevrilmiştir. İzmit'in doğu-batı uzunluğu 13 km ve eni ise 1.5 km ile 700 m. arasında değişmektedir. Yaklaşık 1,197 km² lik şerit şeklinde dar bir alan üzerine kurulan İzmit'in 2000 sayımına göre nüfuzu 1.206.085 dir.

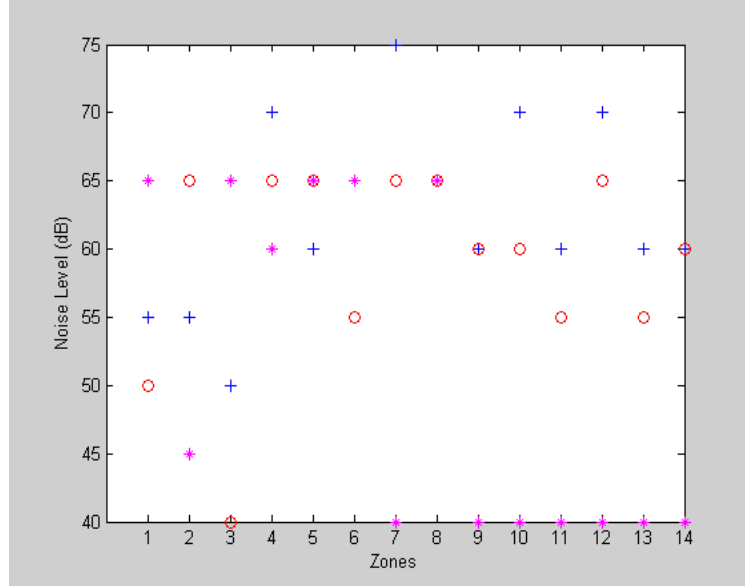
İzmit kenti yerleşim alanının ve kentin içinden geçen karayolunun yarattığı gürültü kirliliği düzeyinin saptanması amacıyla yaklaşık 375 km² alanda trafiğin yoğun olduğu kavşaklar ve ana yollar üzerinde 46 baz ve 429 ara noktalarda ,gündüz ölçümleri 6⁰⁰-18⁰⁰ akşam ölçüleri 18⁰⁰-24⁰⁰ ve gece ölçümleri 24⁰⁰-6⁰⁰ saatleri arasında üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Gürültü ölçümünde Cirrus CRL 701 tipi ses düzeyi ölçerler kullanılmış olup, gün boyu sabah 6:00'dan ertesi gün 6:00'a kadar İzmit'in tüm cadde ve sokaklarında her yüz metrede bir, bir dakikalık ortalama ölçümler alınmıştır. Çalışma alanında kara ve demiryollarının trafik akımının günlük değişimleri ve taşıt türleri incelenmiş,buna ilave olarak kara ve demiryollarının teknik karakteristikleri, kullanılan malzemeler gürültü yönünden incelenmiştir. Bu çalışmaların yanında çalışma alanının gürültü düzeyine etki edebilecek her türlü yükseklik, eğim, ağaçlık ve binalar ile iklimatik özellikleri incelenerek ölçülerin mümkün olduğu ölçüde aynı iklimatik özelliklerde olmasına özen gösterilmiştir. Çalışma alanında kent içi sanayi tesisleri, spor alanları, çocuk bahçeleri ve eğlence yerlerinin akustik açıdan değerlendirilmesi yapılarak gürültü düzeyine etkileri araştırılmıştır. Çizelge 5'de İzmit Bölgesinin 14 farklı bölgesinden, gündüz, akşam ve gece alınan gürültü değerleri yer almaktadır.

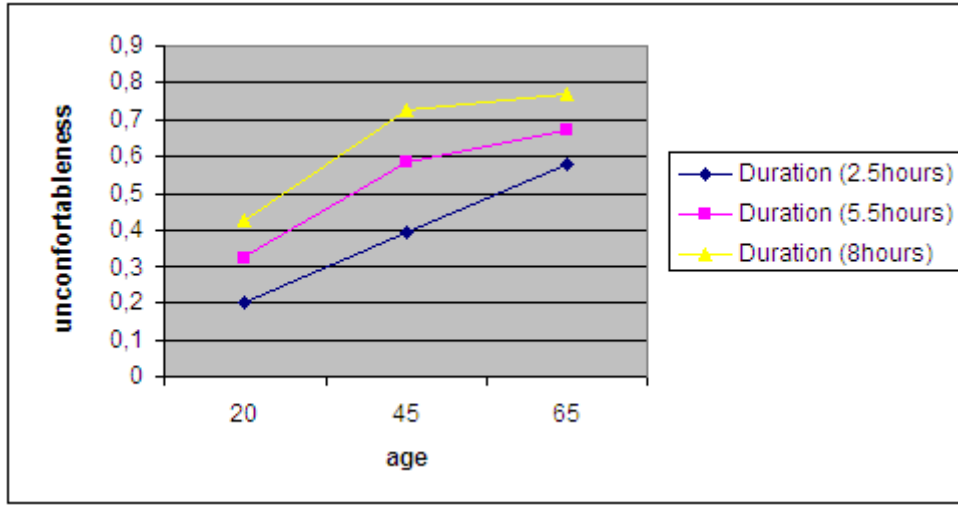
Çizelge 5. İzmit Bölgesinin 14 farklı bölgesinden, gündüz, akşam ve gece alınan gürültü değerleri
Table 5. Noise values from 14 zones of Izmit in the day, evening and night periods

Numara	Bölgeler	Gündüz (6 ⁰⁰ -18 ⁰⁰)	Gece (18 ⁰⁰ -24 ⁰⁰)	Akşam (24 ⁰⁰ -6 ⁰⁰)
1	Yenimahalle	55-60 dB(A)	50-55 dB(A)	65-70 dB(A)
2	Serdar	55-60 dB(A)	65-70 dB(A)	45-50 dB(A)
3	Yenidoğan	50-55 dB(A)	50-55 dB(A)	65-70 dB(A)
4	Kozluk	70-75 dB(A)	60-65 dB(A)	60-65 dB(A)
5	Turgut	65-70 dB(A)	65-70 dB(A)	65-70 dB(A)
6	Akçakoca	65-70 dB(A)	65-70 dB(A)	65-70 dB(A)
7	Kemalpaşa	75-80 dB(A)	60-65 dB(A)	40-45 dB(A)
8	Hacıhamam	65-70 dB(A)	65-70 dB(A)	65-70 dB(A)
9	Tepecik	60-65 dB(A)	60-65 dB(A)	40-45 dB(A)
10	Ömerağa	70-75 dB(A)	60-65 dB(A)	40-45 dB(A)
11	Karabaş	60-65 dB(A)	55-60 dB(A)	40-45 dB(A)
12	Körfez	70-75 dB(A)	65-70 dB(A)	40-45 dB(A)
13	Kadıköy	60-65 dB(A)	55-60 dB(A)	40-45 dB(A)
14	M. Alipaşa	65-70 dB(A)	55-60 dB(A)	45-50 dB(A)

Şekil 7, Günün tüm periyotlarında –Gündüz (+), Akşam (o) ve Gece (*)- tüm bölgelerin gürültü seviyelerini grafiksel olarak göstermektedir.



Şekil 7. Bölgelere Göre Gürültü Dağılımı
Figure 7. Noise levels for all of the zones

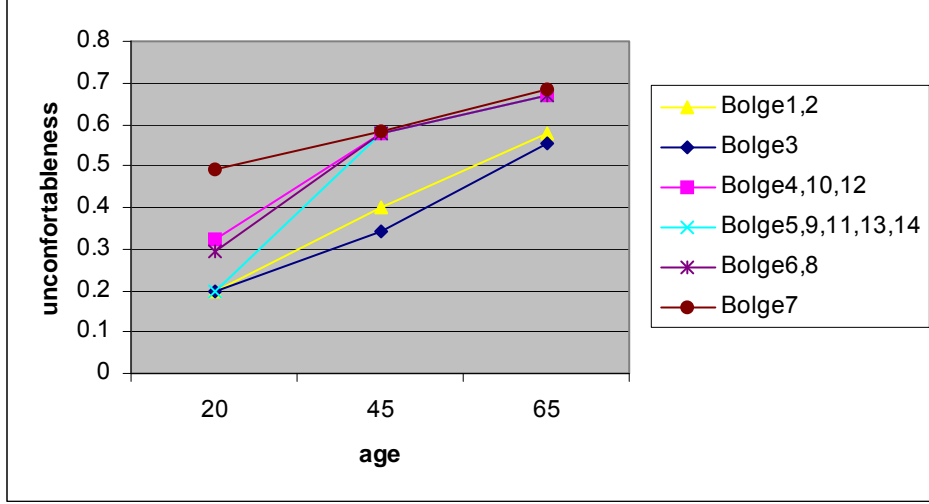


Şekil 8. Farklı süreler için, yaşa göre konforsuzluk grafiği
Figure 8. Uncomfortableness with Age at various durations (55 dB (A))

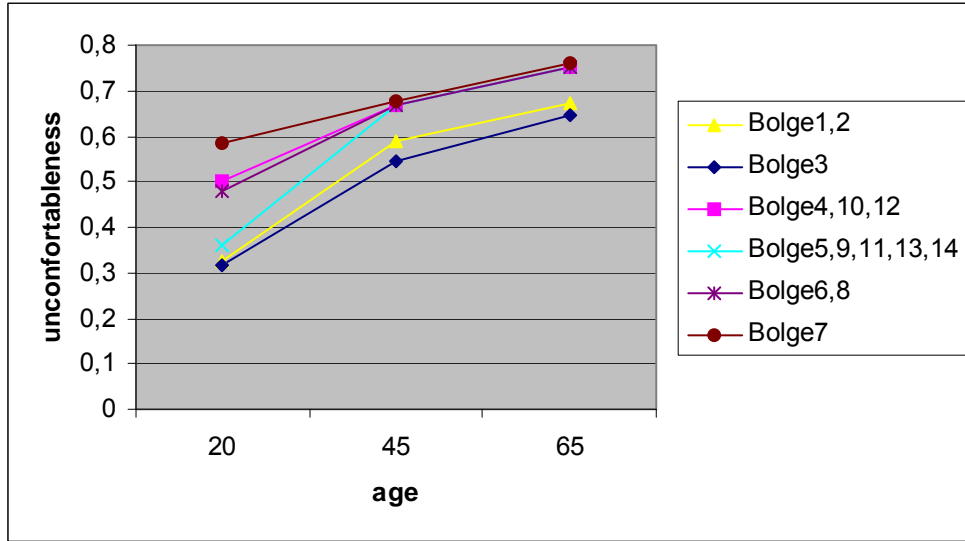
Aşağıdaki şekillerde ise gürültü seviyeleri belirlenmiş olan tüm bölgelerde, yaş grupları (Young, Middle-Aged, Old) ve süreler için (Kısa “Short”, Orta “Medium”, Uzun “Long”) rahatsızlık seviyeleri grafiksel olarak verilmiştir.

GÜNDÜZ GRAFİKLERİ

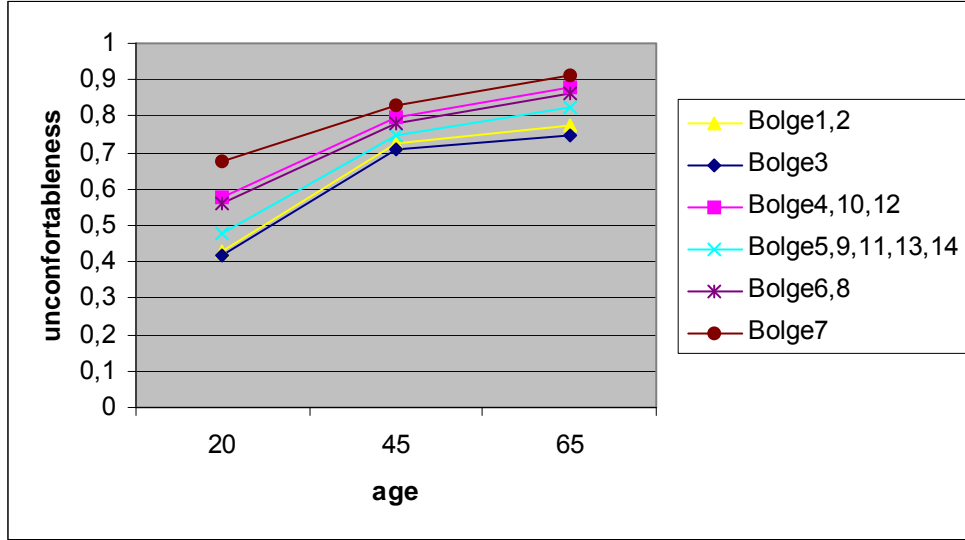
a) Gündüz Süre 2.5 sa.



b) Gündüz Süre 5.5 sa.



c) Gündüz Süre 8.0 sa.

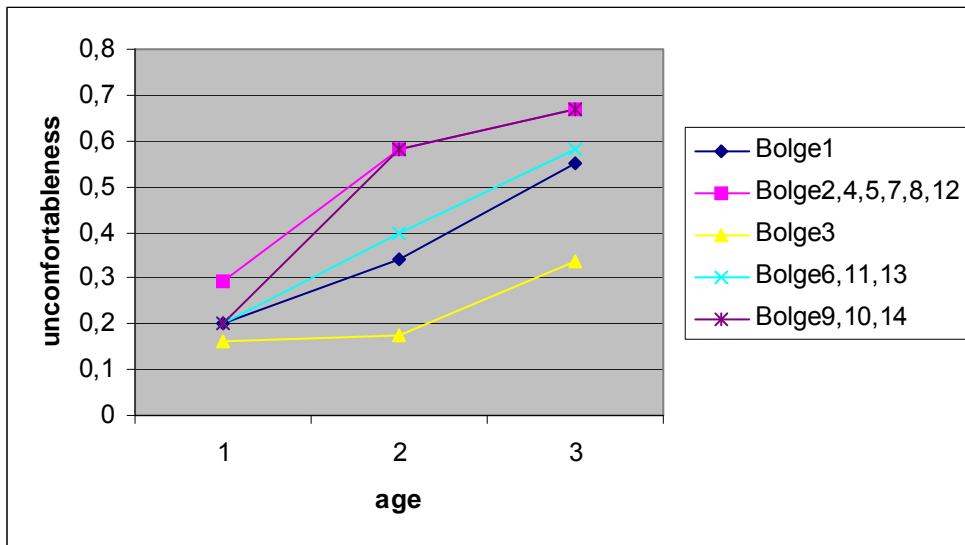


Şekil 9. Gündüz grafikleri (a) Farklı bölgeler için, Konforsuzluğun yaşa bağlı değişimi (Süre=Short) (b) Farklı bölgeler için, Konforsuzluğun yaşa bağlı değişimi (Süre=Medium) (c) Farklı bölgeler için, Konforsuzluğun yaşa bağlı değişimi (Süre=Long) duration at various zones

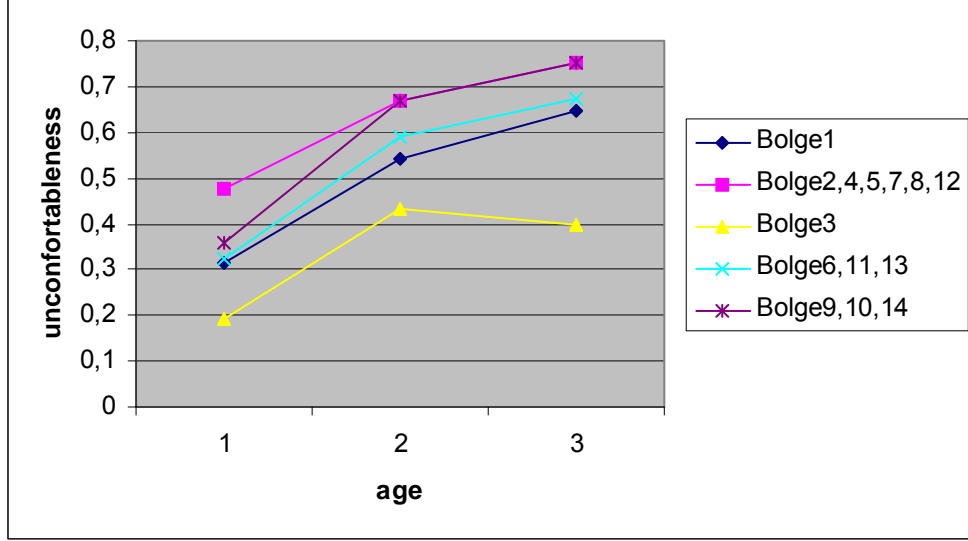
Figure 9. a,b,c. Day Period Graphics (a) Uncomfortablenesswith age for short duration at various zones (b) Uncomfortablenesswith age for medium duration at various zones (c) Uncomfortablenesswith age for long

AKŞAM GRAFİKLERİ

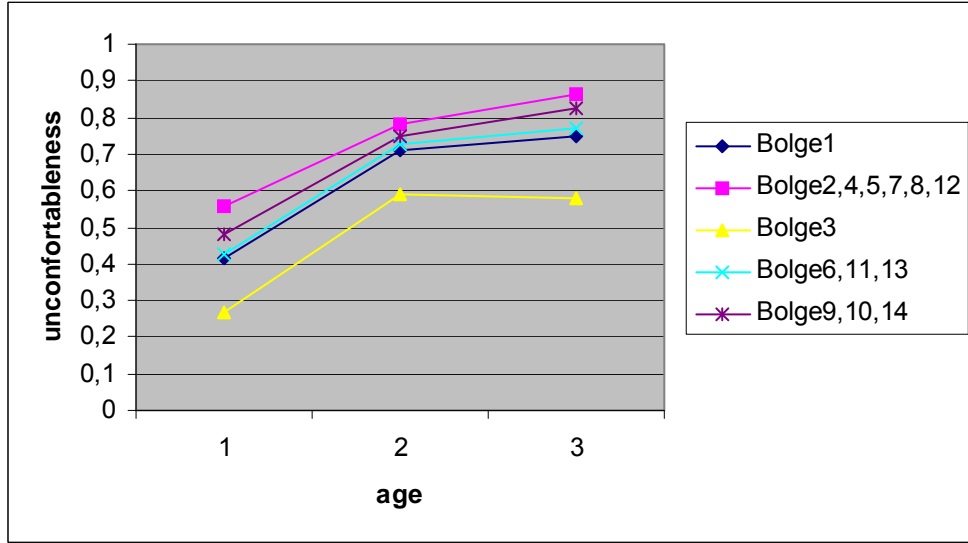
a) Akşam Süre 2.5 sa.



b) Akşam Süre 5.5 sa.



c) Akşam Süre 8.0 sa.

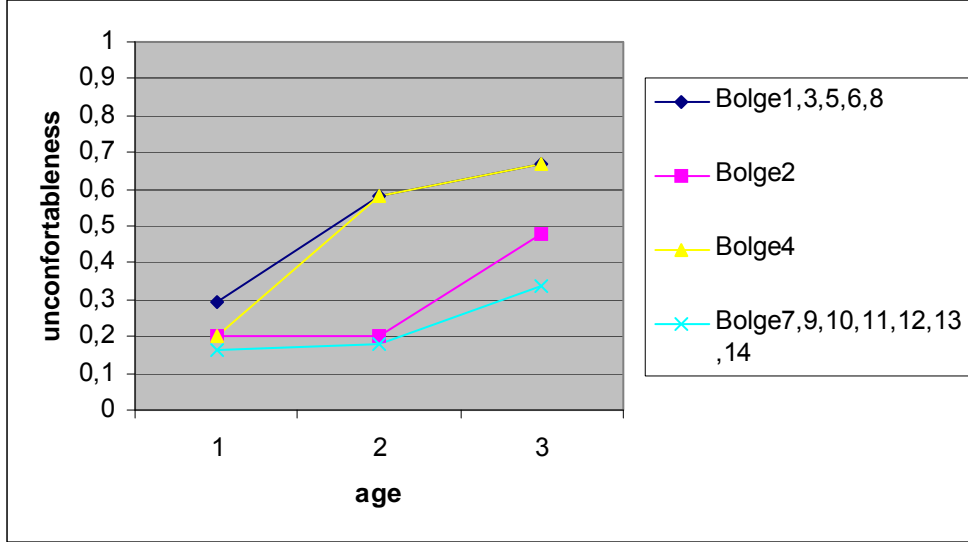


Şekil 10. Akşam grafikleri (a) Farklı bölgeler için, Konforsuzluğun yaşa bağlı değişimi (Süre=Short) (b) Farklı bölgeler için, Konforsuzluğun yaşa bağlı değişimi (Süre=Medium) (c) Farklı bölgeler için, Konforsuzluğun yaşa bağlı değişimi (Süre=Long) duration at various zones

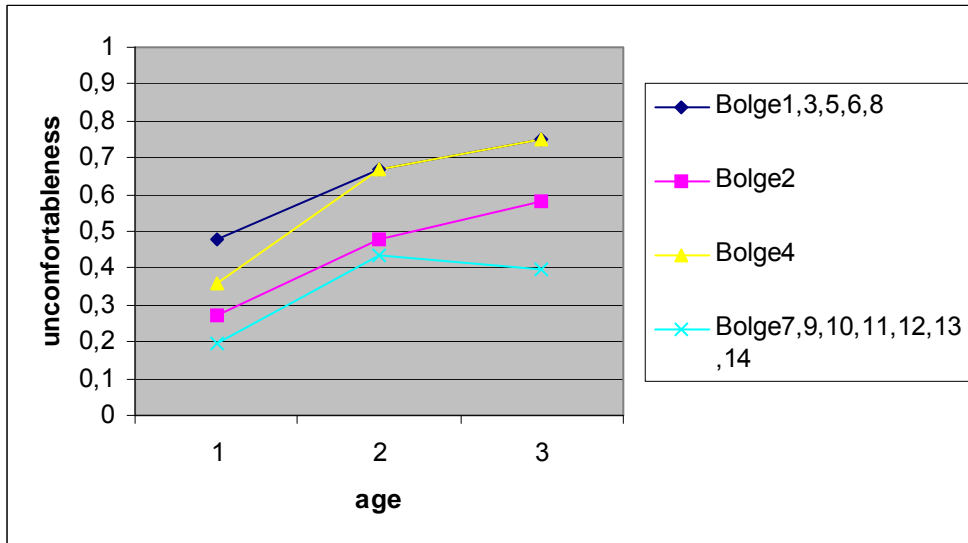
Figure 10. a,b,c. Evening Period Graphics (a) Uncomfartableness with age for short duration at various zones (b) Uncomfartableness with age for medium duration at various zones (c) Uncomfartableness with age for long

GECE GRAFİKLERİ

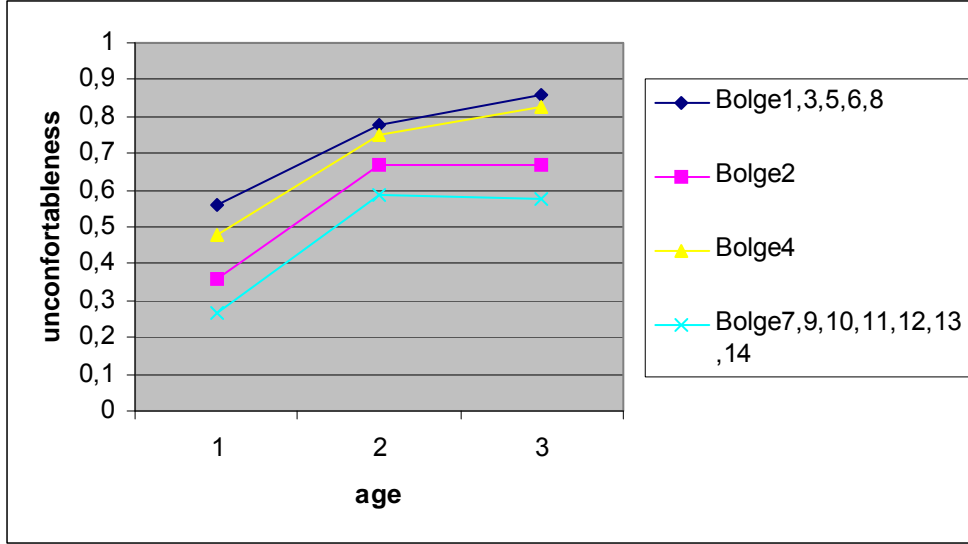
a) Gece Süre 2.5 sa.



b) Gece Süre 5.5 sa.

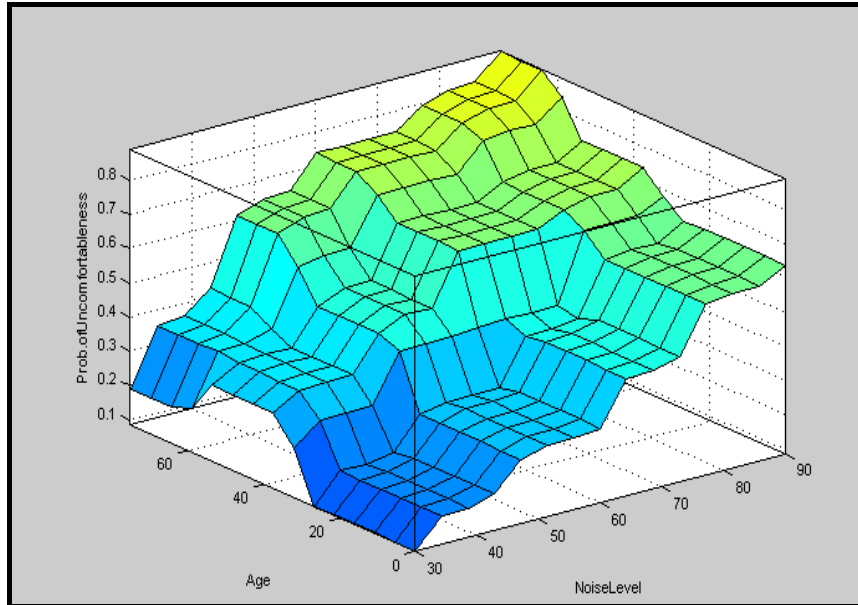


c) Gece Süre 8.0 sa.



Şekil 11. Gece grafikleri (a) Farklı bölgeler için, Konforsuzluğun yaşa bağlı değişimi (Süre=Short) (b) Farklı bölgeler için, Konforsuzluğun yaşa bağlı değişimi (Süre=Medium) (c) Farklı bölgeler için, Konforsuzluğun yaşa bağlı değişimi (Süre=Long)duration at various zones
Figure 11. a,b,c. Evening Period Graphics (a) Uncomfartableness with age for short duration at various zones (b) Uncomfartableness with age for medium duration at various zones (c) Uncomfartableness with age for long

Şekil 12’de, bulanık mantık sistemi için oluşturulmuş kuralların üç boyutlu gösterimi verilmiştir.



Şekil 12. Çeşitli yaş grupları için gürültü sürelerine göre rahatsızlık seviyelerinin üç boyutlu gösterimi
Figure 12. The 3-D representation of the rules

SONUÇLAR

Bulanık Mantık sistemi sonuçları açık olarak çeşitli yaş gruplarının belirli sürelerle gürültüye maruz bırakıldığında gürültü seviyelerine ve yaşa bağlı olarak etkilendiklerini göstermektedir. Ancak yaşlı nüfusun gürültüden etkilenmesi daha fazla olmaktadır. Model, yaş ilerledikçe etkilenmenin arttığını ancak rahatsızlığın, bütün yaş gruplarında gün içerisinde maruz kaldıkları gürültü seviye ve sürelerine bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Bütün bölgelerde yaşlı grupta gündüz periyotlarında 55-75 dB (A) seviyelerinde iken gece periyotlarında alt gürültü seviyesi 45 dB (A) değerine kadar inebilmektedir. Rahatsızlık orta ve genç yaş gruplarında ise maruz kalınan süreye de bağlı olarak 65-70 dB (A) seviyelerinden başlamakta gece periyotlarında bu değer alt seviyesi 55 dB (A) değerine kadar inmektedir. Sonuçlar, bütün yaş gruplarının uzun periyotlarda gürültüden artarak rahatsızlık duyulduğunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

MAMDANI, E. H., 1975. Assilian, S. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, *International Journal of Man-Machine Studies* 7:1-13.

ZADEH, L. A., 1965a. Fuzzy sets. *Information and control*, 8, 338–353.

ZADEH, L. A., 1965b. The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning. *Information Sciences*, 1-3, 199–249 (See also pages. 301-357, 43-80).

ZADEH, L. A. (1973). Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, SMC-3, 28–44.

ZADEH, L., A., 1994. Soft Computing and Fuzzy Logic, *IEEE Software*, Vol. 11:48-56.

ZADEH, L. and FROM, L. A., 1999. Computing with Numbers to Computing with Words—From Manipulation of measurements to Manipulation of Perceptions. *IEEE Transactions on Circuits and Systems—I: Fundamental Theory and Applications*, 45, 105–118.

ZAHEERUDDINA, and V.K., JAIN 2006. Fuzzy expert system for noise-induced sleep disturbance Zadeh, *Expert Systems with Applications* 30 761–771.