

Identification of Personal Preferences in Office Spaces Lighting

C. Yavuz¹, P. Tumer²

¹Sakarya University Engineering Faculty Electrical – Electronical Engineering Department,
Esentepe Campus, 54187, Sakarya

²Istanbul Technical University Engineering Faculty Electrical – Electronical Engineering Department,
Istanbul

Abstract: There are several projects executed abroad to accomplish the most economic and the most efficient illumination. Some of these projects are about examination of natural lighting systems, control of artificial lighting due to natural lighting, designing natural lighting tools and etc. A similar project is executed recently by ITU Electrical-Electronics Faculty Electrical Engineering Department. In this study the relationship between the desired artificial lighting and natural lighting, ages, psychological conditions, physical conditions of objectives is researched.

Keywords: Office Lighting, FuzzyLogic, Lighting Control, Personal Preferences

Ofis Aydınlatmasında Kisisel Tercihlerin Bulanik Mantık Yöntemiyle Belirlenmesi

Özet: Yurtdisinda birçok ülkede iyi bir aydinlatmanın en verimli ve en ekonomik şekilde yapılabilmesini amaçlayan projeler yürütülmektedir. Bunlar dogal aydinlatma sistemlerinin incelenmesi, yapay aydinlatmanın dogal aydinlatmaya bagli kontrolü, dogal aydinlatma tasarim araçlari, örnek uygulamalar basliklari altında toplanmistir. Yurtdisindaki bu çalışmalara benzer bir proje çalışması I.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisligi Bölümü'nde yürütülmektedir. Bu çalışmada, bahsedilen proje çalışmasından elde edilen deney verilerine göre, dogal aydinlatma, kisilerin yaslari, psikolojik ve fiziksel durumlarına bagli olarak arzu edilen yapay aydinlik düzeyi ve aralarındaki iliski "bulanik mantik yöntemi" ile incelenmistir.

Reference to this paper should be made as follows :

C. Yavuz, P. Tumer, 'Identification of Personal Preferences In Office Spaces Lighting', Elec Lett Sci Eng , vol. 1(1) , (2005), 48-54

Anahtar Kelimeler: Ofis Aydınlatması, Bulanik Mantık, Aydınlatma Kontrolü, Kisisel Tercihler

1. Giriş

İyi bir aydinlatmadan beklenen, kullanıcının tüm görsel ve konfor ihtiyaçlarına cevap vermesi ve enerji tasarrufu sağlayabilmesidir. Aydınlatma kontrol sistemleri, verimli ve konforlu bir ofis ortamını en ekonomik bir şekilde oluşturmak amacıyla tasarlanmaktadır. Günışığına bagli isik kontrol sistemlerinde, oda içerisindeki aydinlik düzeyi, dışarıdaki dogal aydinlik düzeyine bagli olarak istenilen sabit bir degere ayarlanmaktadır. Bu tür otomatik kontrol sistemlerinin giriş büyüklüğü dogal aydinlatma, çıkis büyüklüğü ise çalışma düzlemindeki yapay aydinlik düzeyi degeridir [1].

Yurtdisinda birçok ülkede iyi bir aydinlatmanın en verimli ve en ekonomik şekilde yapılabilmesini amaçlayan projeler yürütülmektedir. OECD'nun (Organization for Economic Cooperation and Development) bir alt kurulusu olarak 1974 yılında kurulan Uluslararası Enerji Komisyonu'nun (IEA, International Energy Agency), programı içinde yürütülen "Güneş Enerjisi ile Isıtma ve Sogutma" adli ortak çalışma kapsamında 1995 yılı sonunda "İç Mekânlarda Dogal

* Corresponding author; Tel.: +(90) XXX YYYYYYY , E-mail:xxx@yyyyyy.yyy.yy

Aydinlatma" baslikli bir proje baslatilmistir (IEA Task 21). Asagida siralanan dört ana baslik altinda toplanan proje, 16 ülkenin katilimiyla devam etmektedir [2].

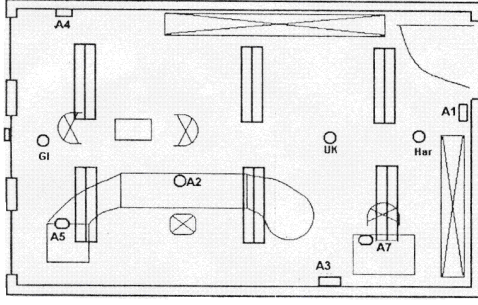
- A. Dogal Aydinlatma Sistemlerinin incelenmesi*
- B. Yapay Aydinlatmanin Dogal Aydinlatmaya Bagli Kontrolü*
- C. Dogal Aydinlatma Tasarim Araçlari*
- D. Örnek Uygulamalar*

Yurtdisindaki bu çalismalara benzer bir proje çalismasi I.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisligi Bölümü'nde yürütölmektedir. Burada özellikle söz konusu projenin B grubuna ait verileri elde etmek amaçlanmaktadır. Bu çalismada, bahsedilen proje çalismasindan elde edilen deney verilerine göre, dogal aydinlatma ve kisilerin yaslarina göre yapilan degerlendirmeye kisilerin psikolojik durumlari ve fizyolojik durumlarinin etkileri de eklenmesi durumunda arzu edilebilecek yapay aydinlik düzeyi "bulanik mantik yöntemi" ile yeniden degerlendirilmeye çalisilmistir.

2. Deney Düzenegi

I.T.Ü. Elektrik-Elektronik Fakültesi üçüncü katinda yer alan ve pencereleri kuzey-doguya bakan bir ofis deney odasi olarak düzenlenmistir. Boyutlari 3.35m x 6.25m, yüksekligi 3.25m olan ve toplam 3.03m² pencere alanli ofisin tavana beyaz, duvarlari gri, zemini ise açık mavidir. ($\tau_t = 0.9$, $\tau_d = 0.7$, $\tau_z = 0.2$). Hacim, yansitma katsayisi yüksek ($\tau_{cm} = 0.5$) açık gri renk mobilyalarla islevsel olarak düzenlenmistir. Pencerelerde açık mavi ($\tau_p = 0.7$) stor perde bulunmaktadır. Ofis, 3.25m yükseklikteki asma tavana gömme olarak pencerelere paralel yerlestirilmis, üç sıra alti adet Zumtobel Staff RED-A kodlu çift parabolik aynasal petekli armatürlerle aydinlatılmaktadır. Armatürlerin içinde iki adet Osram L58Wr21-840 Lumilux T26 flüoresan lamba bulunmaktadır. Mevcut armatürlerle çalisma düzleminde maksimum 1500 lux yapay aydinlik düzeyi saglanmaktadır. Her biri ayri loslastirilabilen elektronik balast üzerinden bagli olan 12 flüoresan lamba Zumtobel Staff LUXMATE isik kontrol sistemi üzerinden beslenmektedir. Bu sistem sayesinde 12 lambaya da otomatik veya elle kumanda edilebilmektedir. Hacim içine pencereyi görecektir sekilde yerlestirilen günisigi algilayicisi araciligıyla ofis içindeki aydinlik düzeyi disaridaki günisigina bagli olarak otomatik olarak ayarlanabilmektedir. Ya da kullanıcı tarafından uzaktan kumanda ile veya duvardaki LUXMATE kontrol ünitesi LM-EG ile lambalar %3 ile %100 arasında istenilen degere getirilebilmektedir. Ayrıca istenilen seviyeler belirlenerek bes aydinlatma senaryosu sabitlenebilmektedir. Bölüm 8'de anlatildigi gibi, istenildiginde bu senaryolar uzaktan kumanda veya LM-EG üzerindeki tuslardan hemen olusturulabilmektedir. Kapi girisine bir hareket algilayicisi yerlestirilmistir. Ayrıca sistemde zaman ayarlayici modül de bulunmakta olup, lambalar sabah 8:00'de otomatik olarak yanmakta ve akşam 19:00'da otomatik sönmektedir.

Deney ofisi içerisine, kapi kenari (A1), karsi duvar (A4), pencere üzeri (A6), kapi tarafındaki bilgisayar ekran arkasina (A3) düsey algilayicilar; çalisma masasi üzeri (A2), cam kenarındaki bilgisayar üzeri (A5), kapi kenarındaki bilgisayar üzerine yatay algilayicilar olmak üzere toplam yedi algilayici yerlestirilmistir. Projenin yürütöldüğü deney ofisi plani Sekil 1'de gösterilmistir. Bu algilayicilar araciligıyla ölçölen toplam (dogal+yapay) aydinlik düzeyi degerleri Data Electronics Data Taker marka DT600 tipi veri toplama ünitesi üzerinden bilgisayara aktarılmaktadır. Ayrıca deney ofisinde, Siemens WIN-PM Scada Programi ile yapay aydinlatmanin devreden çektiği akim, gerilim, aktif ve reaktif güç, güç faktörü gibi degerler toplanmaktadır.



Sekil 1. Deney ofisi plani ve algilayicilarin yerleri

Çesitli yas gruplarından kadın ve erkek degisik kisiler deney ofisinde iki gün çalismak üzere davet edilmişlerdir. İlk gün yeni ortama uyum için geçeceginden, iki günlük çalisma programi uygun görülmüştür. 1. gün oda içerisinde günisigina bagli sistem devrede olup, LSD isik algilayicisi ile aydinlatma otomatik olarak ayarlanmaktadır. Bu günün sonunda kullanıcılara kisisel bilgiler (yas, cinsiyet, göz bozuklugu, psikolojik durum, meslek vs.) ve ortamdan elde edecekleri izlenimleri içeren sorularin bulunduğu bir anket formu doldurulmuştur. Buradaki amaç; belli bir dönemde (örneğin bir ay) tüketilen enerji miktarinin, otomatik kontrol olmadiginda tüketilen miktar ile karsilastirilerek sistemlere enerji tasarrufu yönünden yaklasilmasidir.

2.gün ise, ofis içerisindeki aydinlatmayi kullanicinin ayarlamasi istenmis, sistem günisigidan bagimsiz çalistirilmiştir. Günün sonunda kullanıcılara, yine ofis ortamından elde edecekleri izlenimleri içeren sorularin bulunduğu bir anket formu doldurulmuştur. Ofisi kullanan kisiler degisik isler yaparken (okuma-yazma, karsilikli görüşme, telefonda konusma, bilgisayarda çalisma, vs.) aydinlatmayi kendi isteklerine göre ayarlamislardir. Ayrıca her saat basi aydinlatma söndürülerek kullanicilar ayar yapmaya zorlanmislardir. Oda içinde ve disindaki degerler her bes dakikada bir, güç degerleri ise her bir dakikada ölçülüp bir bilgisayarda toplanmiştir. Her bir algilayicidan bes dakikada bir toplanan verilerin yarim saatlik ortalamalari alınmiş olup, bunlar kisilerin ofiste bulduklari saatler arasinda olacak sekilde düzenlenmiştir.

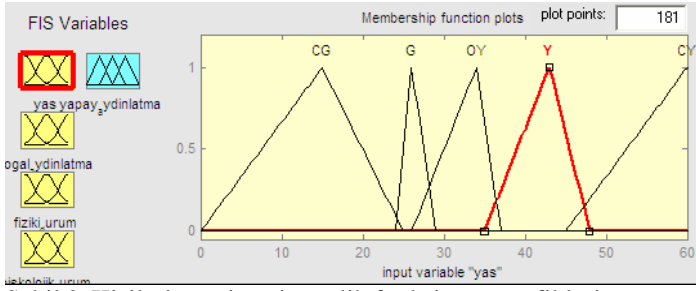
A2 masa üzerindeki isik algilayicisinin ölçtüğü toplam (E_d+E_y) aydinlik düzeyi ile bulunan E_y aydinlik düzeyi arasindaki farktan, dogal aydinlatmanin oda içerisindeki katkisi (E_d) hesaplanmıştır.

$$E_d = A2'nin ölçtüğü aydinlik düzeyi - E_y$$

3. Elde Edilen Verilerin Matlab Programinda Degerlendirilmesi

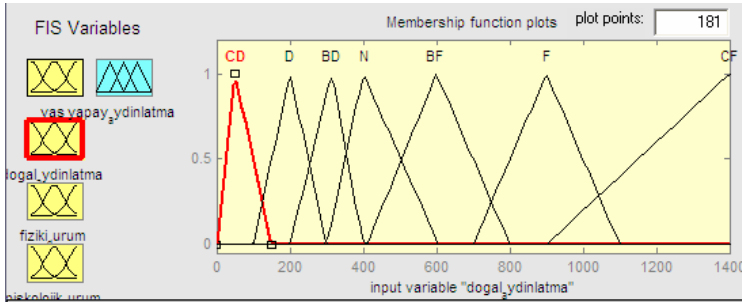
Uygulama asamasi olan bu bölümde, algilayici ölçümlerini kullanarak sistem tasarlanmaya çalisılmıştır. Klasik sistemlerde algilayici ölçümlerine göre matematiksel modeller çıkarmak oldukça zordur. Bulanik mantik bu konuda büyük kolaylik saglamaktadır. Bu yüzden elde edilen verilerin degerlendirilmesi Matlab programi fuzzy toolbox'ı kullanarak yapılmıştır. Önce fis formatinda (mamdani) daha sonra anfis formatinda program egitilerek degerlendirmeler yapılmış ve bunlar karsilastirilmiştir.

Sistemin giris bilgisi olarak oda içerisindeki dogal aydinlik düzeyi (E_d) ve kisilerin yasi çıkis bilgisi olarak armatürlerin oda içerisinde saglamis olduklari yapay aydinlik düzeyi (E_y) düşünölmüştür. Sistemin tasarlanmasinda kisiler 5 farklı yas grubunda toplanmıştır: CG (Çok Genç), G (Genç), OY (Orta Yasli), Y (Yasli), CY (Çok Yasli)



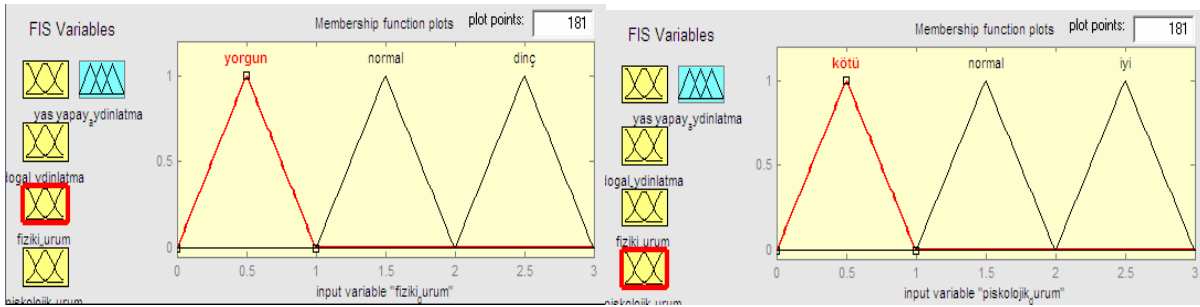
Sekil 2. Kisilerin yasina ait üyelik fonksiyonu grafikleri

Çalışma masası üzerindeki dogal aydinlik düzeyi (E_d) degerleri esas alınarak, dogal aydinlatma 7 farkli grupta toplanmistir: CD (Çok Düşük), D (Düşük), BD (Biraz Düşük), N (Normal), BF (Biraz Fazla), F (Fazla), CF (Çok Fazla)



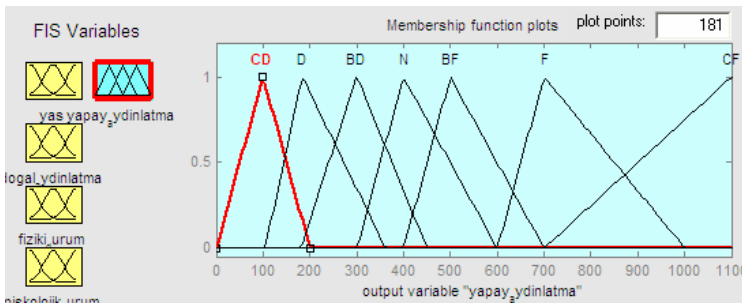
Sekil 3. Oda içerisindeki dogal aydinlik düzeyi üyelik fonksiyon grafikleri

Deneye katılan kullanicilarin fiziksel ve psikolojik durumlarini ise birbiriyle kesismeyen üyelik fonksiyonlarından olmaktadır. (Sekil 4a-b)



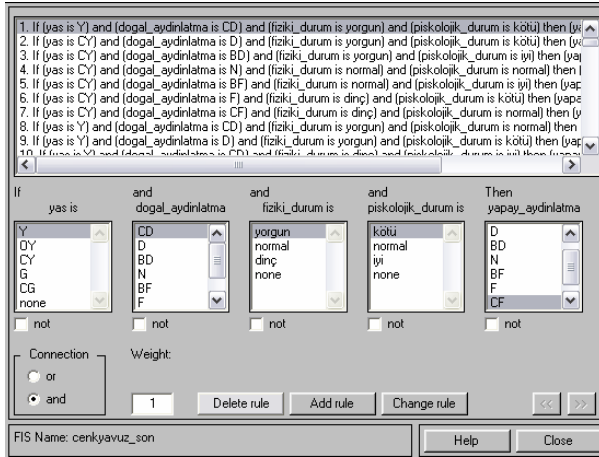
Sekil 4a-b. Kullanicilarin fiziksel ve psikolojik durumlarinin üyelik fonksiyon grafikleri

Deneylerde kullanicilarin ayarladiklari yapay aydinlik düzeyini (E_y) degerleri esas alınarak, yapay aydinlatma da 7 farkli grupta toplanmistir: CD (Çok Düşük), D (Düşük), BD (Biraz Düşük), N (Normal), BF (Biraz Fazla), F (Fazla), CF (Çok Fazla)



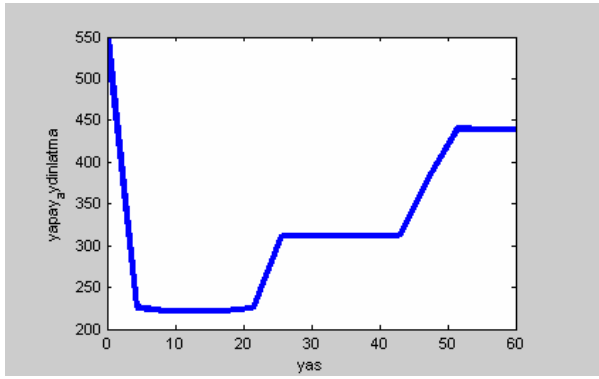
Sekil 5. Oda içerisindeki deneklerin ayarladigi yapay aydinlik düzeyi üyelik fonksiyon grafikleri

Bu giris ve çikislara iliskin toplam 315 kural olusturulmustur.

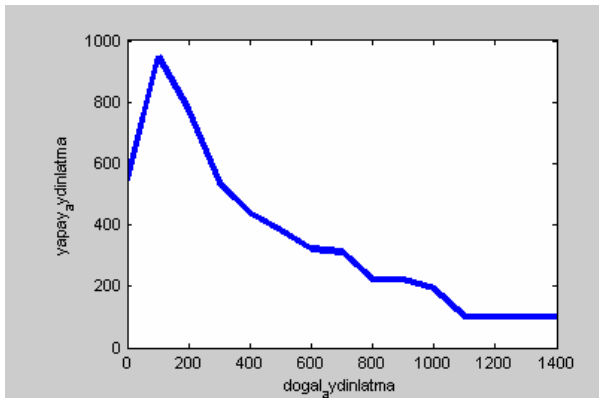


Sekil 6. Oluşturulan kurallar

Bu kurallar neticesinde elde edilen sistem çıktıları Sekil 6’da ve Sekil 7’de görülmektedir.

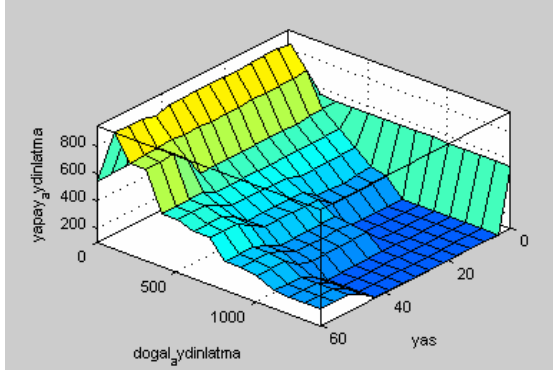


Sekil 7. Yas ve yapay aydinlatma arasindaki iliski



Sekil 8. Dogal ve yapay aydinlatma arasindaki iliski

Oluşturulan bulanık mantık programı fis dosyası olarak (mamdanı) değerlendirildiğinde yukarıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır.



Şekil 9. iki giriş ve bir çıkış arasındaki ilişkiyi gösteren üç boyutlu grafik (bulanık kontrolör giriş-çıkış ara yüzeyi)

4. Sonuçlar

Sistem çıkış değerlerinden de anlaşılacağı gibi, bulanık mantık kullanılarak, kişilerin yaşına ve oda içerisindeki aydınlık düzeyi değerine bağlı olarak, tercih edecekleri yapay aydınlık düzeyi değeri, büyük bir yaklaşıklıkla önceden tahmin edilebilmektedir. Normal günışığına bağlı kontrol sistemlerinde dikkate alınan tek şey doğal aydınlatma olmasına rağmen; aslında arzu edilen aydınlık düzeyi değerini pek çok faktör etkilemektedir. Burada sadece yaş üzerinde durulmuştur. Grafik üzerinde 23 yaş ve sonraki değerler dikkate alınmalıdır (minimum yaş 23). Görüldüğü gibi 25 yaşındaki birinin ihtiyaç duyduğu yapay aydınlık düzeyi 220 lux iken, 40 ve 50 yaşlarındaki insanların 320 lux'lere çıkmaktadır. 56 yaşından sonrakiler deneye tabi tutulmadıklarından, grafik 56 yaş sınırına kadar değerlendirilmelidir. Egride 40 yastan sonra hızlı bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan anket sonucunda, bu yaşlardaki deneye tabi tutulan kişilerin, çok fazla aydınlık düzeyinde çalışmayı sevdiğini anlaşılmıştır. Buradan da anlaşılacağı gibi; doğal aydınlık düzeyi arttıkça, yapay aydınlatmaya duyulan ihtiyaç azalmaktadır. Elde edilen sonuçlardan ofis içerisinde ortalama olarak 800–900 lux değerlerindeki aydınlık düzeylerinin istendiği gözlemlenmiştir.

Sistem sonuçlarına göre doğal aydınlık düzeyi değeri arttıkça tercih edilen yapay aydınlık düzeyi azalmaktadır. Ayrıca ofis içerisinde istenilen aydınlık düzeyinin ortalama 800–900 lux'ler arasında olduğu görülmüştür. Yaş ile yapay aydınlık düzeyi arasındaki ilişki incelenirken, 40 yastan sonraki kişilerin aydınlık düzeyi tercihlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu yaş gruplarındaki kişilerle yapılan görüşmelerde, "deney sırasında psikolojik durumlarının bozuk olduğu", "yüksek aydınlık düzeyinde çalışmaktan hoşlandıkları" gibi çeşitli açıklamalar yapılmıştır. Sistem sonuçlarının normal akışında ise yaşlıların gençlerden daha fazla aydınlık düzeyine ihtiyaç duydukları anlaşılmaktadır.

Deney verileri incelendiğinde, kişilerin tercih ettikleri aydınlık düzeyi değerlerinin birbirlerinden çok farklı oldukları görülmektedir. Bu nedenle sadece doğal aydınlatma, psikolojik durum, fiziksel durum ve yaşa bağlı olarak yapay aydınlık düzeyinin doğru olarak tahmin edilmesi mümkün değildir. Kişisel özellikleri ortaya koyan başka faktörlere de ihtiyaç vardır. Veriler incelendiğinde bu deneysel çalışmadaki en belirgin kişisel özellik olarak "yaş" düşünülmüştür. Kişiler yaşlarına göre gruplandırılarak oda içerisinde mevcut olan doğal aydınlık düzeyine göre tercih ettikleri yapay aydınlık düzeyi değerleri bulunmuştur.

Deneyisel çalışmalar sonucunda elde edilen doğal aydınlık düzeyi ve yaş değerleri giriş büyüklükleri olarak girilen bir bulanık sistem kullanıldığında, kişilerin gün içinde tercih edecekleri yapay aydınlık düzeyi değerlerinin oldukça doğru tahmin edilebileceği görülmüştür.

Deneylerden elde edilen yapay aydinlik düzeyi ile bulanik istemin saptadigi degerler arasindaki hata orani yas ve dogal aydinlatma giris degiskeni gibi iki degisken için kabul edilebilirdir.

Ancak cinsiyet, göz durumu, psikolojik durum, meslek gibi kisisel tercihler ve sicaklik, nem gibi ortam sartlari gibi özelliklerin de bilindigi çok fazla sayidaki deney sonuçlarından elde edilen bilgiler isiginda tasarlanan bulanik sistem ile tüm çalışanların uygun yapay aydinlik düzeyleri daha dogru tahmin edilebilecektir. Bunun için, daha uzun zaman dilimlerini kapsayan çok sayıda denek ile gerçekleştirilecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmalar sonucunda elde edilecek veriler bizlere enerji tasarrufu çalışmalarında yeni bir yol açacaktır. Ayrıca bu alandaki gelişmeler sonucunda çağımızın önemli bir gereksinimi ve belki de bir numaralı pazarlama stratejisi olan “müşteri memnuniyeti” kavramı aydinlatma konusunda kullanıcıların beğenisine sunulabilecektir.

5. Tesekkür ve Hatırlatmalar

“Ofis aydinlatma kontrol sistemlerinin giris verilerinin bulanik mantik ile belirlenmesi” konusu asil olarak ITÜ Elektrik Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisligi Bölümü tarafından bir proje olarak 2001 senesinden beri incelenmektedir. Bu çalışmada yalnızca o projede elde edilen verilerin bireysel olarak MATLAB programında detaylı olarak yeniden değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu projenin tüm hakları ITÜ Elektrik Elektronik Fakültesi Elektrik Mühendisligi Bölümü’ne aittir. İyi niyet ve anlayışları için Basta Pinar Tümer olmak üzere tüm proje grubuna tesekkür ederiz.

References (Referanslar)

- [1] ITÜ Elektrik Elektronik Fakültesi Elektrik Müh Bölümü Ofis Aydinlatmasi Arastirma Projesi
- [2] ITÜ FBE, P.Tümer, Ofis aydinlatma kontrol sistemlerinin giris verilerinin bulanik mantik ile belirlenmesi (YLT)
- [3] MATLAB® Documentation (2002), Version 2, Release 13, The Math Works, Inc.