



T.C.

**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

T.C.

**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MATEMATİK ANABİLİM DALI
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**IRAK'IN DUHOK ŞEHRİNDE BİNALARIN ISITMA VE
İLKİMLENDİRME SİSTEMLERİNİN MATEMATİKSEL
MODELLERİNİN OLUŞTURULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Neven Eoarsh Zaya ODİSHO

DANIŞMAN

Doç. Dr. Halis BİLGİL

ORTAK DANIŞMAN

Doç. Dr. Necati TAŞKARA

AKSARAY, 2017

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KABUL VE ONAY BELGESİ

Enstitümüz 152309801 no'lu yüksek lisans öğrencisi Neven ODISHO tarafından hazırlanan “İRAK’IN DUHOK ŞEHRİNDE BİNALARIN ISITMA VE İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLERİNİN OLUŞTURULMASI” başlıklı lisansüstü tez çalışması, aşağıda imzaları bulunan jüri tarafından ilgili şartları sağlamış ve başarılı olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı: **Doç. Dr. Halis BİLGİL**

Aksaray Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Yrd. Doç. Dr. Yusuf PANDIR**

Bozok Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Yrd. Doç. Dr. Tunçar ŞAHAN**

Aksaray Üniversitesi

Teslim Tarihi: 02.06.2017

Savunma Tarihi: 29.06.2017

ÖNSÖZ

Bu tez, Irak'ın Duhok şehrindeki binaların ısıtma ve iklimlendirme sistemlerinin matematiksel modellerinin oluşturulması hakkındaki uygulamalı matematik odaklı mevcut çalışmanın matematik anabilim dalında yüksek lisans derecesinin tamamlanması için hazırlanmıştır. Lineer olmayan regresyon modelleri, lineer regresyon modelleri ve bulanık mantık modelleri gibi birçok model önerilmiş ve bu modellerin geçerliliği gösterilmiştir.



DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserlerden yapılan her alıntının metin içerisinde gösterildiğini doğrularım.

Tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, enstitü tarafından belirtilen hiçbir şarta bağlı olmaksızın ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Neven Eoarsh Zaya ODISHO

TEŞEKKÜR

Türkiye’de eğitim alma fırsatını bana sundukları için Aksaray Üniversitesi yetkililerine ve eğitim süresi boyunca bana yardım eden Fen Bilimleri Enstitüsü personeline en derin şükranlarımı sunarım.

Hazırlık süreci boyunca çalışmalarımda bana sürekli destek oldukları için danışmanlarım Doç. Dr. Halis BİLGİL ve Doç. Dr. Necati TAŞKARA’ya şükranlarımı sunarım.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	ii
DOĞRULUK BEYANI	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Genel Bakış	1
1.2 Problemin Tanımı.....	2
1.3 Çalışmanın Amaçları.....	2
1.4 Çalışmanın Anahatları.....	3
2. TEMEL KAVRAMLAR	4
2.1 Önsöz.....	4
2.2 Regresyon Modellerinin Uygulanması	4
2.3 Bulanık Mantık ile Modelleme	5
3. İKLİMLENDİRME VE ISITMA YÜKLERİNİN HESAPLANMASI	8
3.1 Giriş.....	8
3.2 Seçilen Binalar	8
3.3 Soğutma ve Isıtma Yüklerinin Tasarım Şartları.....	13
3.4 Soğutma Yükünün Hesaplanması	14
3.4.1 Duvarlar için soğutma yükleri.....	16
3.4.2 Çatılar için soğutma yükleri	17
3.4.3 Zemin için soğutma yükleri	19
3.4.4 Pencere ve kapılar için ısı kazanım yükleri	19
3.4.5 Havalandırma için ısı kazanım yükleri	20
3.4.6 İnsana bağlı soğutma yükleri	21
3.4.7 Ekipman termik yükleri.....	21
3.4.8 Işıklandırma ısı kazanım yükleri	21
3.5 Isıtma Yükünün hesaplanması	21
3.6 Mevcut Binanın Soğutma ve Isıtma yükleri.....	22
4. MATEMATİKSEL MODELLEME	25
4.1 Giriş.....	25
4.2 Regresyon Modelleri	25
4.3 Bulanık Mantık Modelleri.....	35
4.4 Önerilen Matematiksel Modellerin Karşılaştırılması.....	53
5. SONUÇLAR	59
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ	65

ÖZET

IRAK'IN DUHOK ŞEHRİNDE BİNALARIN ISITMA VE İKLİMLENDİRME SİSTEMLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLERİNİN OLUŞTURULMASI

Bu tez, Irak'ın Duhok şehrindeki modern binaların iklimlendirme ve ısıtma yüklerinin yeni matematiksel modeller kullanılarak tahmin edilmesini amaçlamaktadır. Mevcut modellemede, bina alanı, kat sayısı ve bina duvarları için ortak malzemenin türleri gibi birçok parametre göz önünde bulundurulmuştur. Yükler için yeni matematiksel doğrusal ve doğrusal olmayan modellerin formüle edilmesi için regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Üçüncü modelde, çıktı için sabit fonksiyonlara bağlı olan Sugeno yönteminden faydalanılarak bulanık mantık kullanılmış; girdiler için ise doğrusal üyelik işlevleri (yani, binanın alanı ve katları) kullanılmıştır. Mevcut analizde MATLAB yazılımında bulunan “fuzzy toolbox” kullanılmıştır. Önerilen matematiksel modellerin geçerliliğini kontrol etmek için istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. Sonuçlar, önerilen modeller ile ısıtma ve iklimlendirme standartlarının analitik çözümü arasında makul bir eşlemenin olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, modellerde tahmin edilen değerler ve analitik sonuçlar arasında % 85'in üzerinde yüksek bir korelasyon katsayısı tespit edilmiştir. Doğrusal model, diğer önerilen matematiksel formüllere kıyasla analitik çıktılarla daha kusursuz bir eşleşme ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme, Regresyon analizi, Bulanık mantık analizi, Doğrusal denklemler, Doğrusal olmayan denklemler

ABSTRACT

CONSTRUCTION OF MATHEMATICAL MODELS OF HEATING AND AIR-CONDITIONING SYSTEMS FOR BUILDINGS IN DUHOK CITY, IRAQ

Present thesis is devoted to estimate the air-conditioning and heating loads of modern buildings in Duhok City, using new mathematical models. Many parameters have been considered in current modeling, namely, area of building, number of storeys and types of the common material for the building walls. Regression analysis was performed to formulate new mathematical linear and nonlinear models for the loads. Fuzzy logic was also utilized in the third model employing Sugeno's regulation which is depended on constant functions for the output; while linear membership functions were used for the inputs (i.e. area of the building and its storeys). Fuzzy tool box in MATLAB software was employed in present analysis. Statistical assessment was carried out to check the validity of the proposed mathematical models. Outcomes reveal that reasonable matching between the proposed models and analytical solution of heating and air-conditioning standards. Consequently, high correlation coefficient of more than 85% was determined between the predicted values by the models and analytical results. Linear model shows perfect matching with the analytical outputs than the other proposed mathematical formulations.

Keywords: Mathematical modelling, Regresyon analysis, Fuzzy logic analysis, Linear equations, Nonlinear equations

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Bulanık kontrol yapısı	6
Şekil 3.1: Tek kattan on kata kadar olan binalar için plan.....	9
Şekil 3.2: Tek kattan dört kata kadar olan binalar için plan	10
Şekil 3.3: Tek ve iki katlı binalar için plan.....	11
Şekil 3.4: Duhok şehrinde yaygın olarak kullanılan duvar malzemeler.....	13
Şekil 3.5: Duhok şehrinde yaygın olarak kullanılan duvar kesiti.....	18
Şekil 3.6: Duhok şehrinde yaygın olarak kullanılan çatı kesiti	18
Şekil 3.7: Duhok şehrinde yaygın olarak kullanılan zemin kesiti	20
Şekil 4.1: Regresyon fonksiyonlarının biçimleri	25
Şekil 4.2: Sugeno bulanık model hesaplamalarının akım grafiği.....	36
Şekil 4.3: Sugeno bulanık modelinde bina zemin alanı üyelik fonksiyonları	36
Şekil 4.4: Sugeno bulanık modelinde kat sayısı üyelik fonksiyonları.....	37
Şekil 4.5: Sugeno bulanık modelinde soğutma ya da ısıtma sistem yükleri üyelik fonksiyonları	37
Şekil 4.6: Mevcut binaların soğutma ve ısıtma yüklerine ilişkin bulanık model kuralları	40
Şekil 4.7: Beton blok duvarlı binaların soğutma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.....	41
Şekil 4.8: Boşluklu beton blok duvarlı binaların soğutma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu	42
Şekil 4.9: Siporex duvarlı binaların soğutma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.....	43
Şekil 4.10: Kil tuğla duvarlı binaların soğutma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.....	44
Şekil 4.11: Beton blok duvarlı binaların ısıtma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.....	45
Şekil 4.12: Boşluklu beton blok duvarlı binaların ısıtma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu	46
Şekil 4.13: Siporex duvarlı binaların ısıtma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu	47
Şekil 4.14: Kil tuğla duvarlı binaların ısıtma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu	48
Şekil 4.15: Beton blok duvarlı binaların soğutma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki	49
Şekil 4.16: Boşluklu beton blok duvarlı binaların soğutma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki	49
Şekil 4.17: Siporex blok duvarlı binaların soğutma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki	50
Şekil 4.18: Kil tuğla duvarlı binaların soğutma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki	50

Şekil 4.19: Beton blok duvarlı binaların ısıtma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki	51
Şekil 4.20: Boşluklu beton blok duvarlı binaların ısıtma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki	51
Şekil 4.21: Siporex blok duvarlı binaların ısıtma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki	52
Şekil 4.22: Kil tuğla duvarlı binaların ısıtma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki	52
Şekil 4.23: Doğrusal modellerle elde edilen tahmini yük çıktısı ile analitik çıktının oranına ait histogram.....	57
Şekil 4.24: Doğrusal olmayan modellerle elde edilen tahmini yük çıktısı ile analitik çıktının oranına ait histogram.....	57
Şekil 4.25: Bulanık modellerle elde edilen tahmini yük çıktısı ile analitik çıktının oranına ait histogram.....	58



ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1: Mevcut binaların özellikleri	12
Çizelge 3.2: Duhok şehrindeki en soğuk ve en sıcak günlerdeki saat bazında sıcaklıklar.....	15
Çizelge 3.3: Duhok şehrinde seçilmiş binalar için soğutma yükü.....	23
Çizelge 3.4: Duhok şehrinde seçilmiş binalar için ısıtma yükü.....	24
Çizelge 4.1: Denklem 4.10'daki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.....	29
Çizelge 4.2: Denklem 4.11'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.....	29
Çizelge 4.3: Denklem 4.12'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.....	29
Çizelge 4.4: Denklem 4.13'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.....	30
Çizelge 4.5: Denklem 4.14'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.....	30
Çizelge 4.6: Denklem 4.15'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.....	30
Çizelge 4.7: Denklem 4.16'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.....	30
Çizelge 4.8: Denklem 4.17'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.....	31
Çizelge 4.9: Denklem 4.19'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.....	31
Çizelge 4.10: Denklem 4.20'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri...	31
Çizelge 4.11: Denklem 4.21'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri...	31
Çizelge 4.12: Denklem 4.22'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri...	31
Çizelge 4.13: Denklem 4.23'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri...	32
Çizelge 4.14: Denklem 4.24'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri...	32
Çizelge 4.15: Denklem 4.25'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri...	32
Çizelge 4.16: Denklem 4.26'deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri...	32
Çizelge 4.17: Önerilen doğrusal ve doğrusal olmayan denklemler için belirtme katsayıları	34
Çizelge 4.18: Önerilen doğrusal ve doğrusal olmayan denklemler için AIC	35
Çizelge 4.19: Duhok şehrinde seçilen binalara ait soğutma yükü	54
Çizelge 4.20: Duhok şehrinde seçilen binalara ait ısıtma yükü	55
Çizelge 4.21: Mevcut bulanık modellere ait belirtme katsayıları ve kök ortalama kare sapması	56

1. GİRİŞ

1.1 Genel Bakış

Konforlu yaşam alanı arayışları insanoğlunun yaradılışından beri süregelen bir süreçtir [1]. Antik çağlardaki insanlar oldukça rahat yerleşim yerleri oluşturma hedeflerine ulaşmışlardır. Colorado'daki Pueblo yerlileri ve antik Yunanlılar en önemli örneklerdir. Onlar binaların yönünün güneşe doğru ayarlanmasını sağlayan güneşe göre inşa etme ilkelerinin farkına varmışlardır [1, 2]. Romalılar alevleri kullanarak boş oyuklar aracılığıyla merkezi ısıtma sistemine sahip villalar inşa etmişlerdir. Ayrıca, boş alanları kapatmak ve binaların güneş ışığından faydalanması amacıyla şeffaf camlardan oluşan pencereler kullanılmıştır. Antik bir binada, soğutma sistemi olarak güneşten korunmak amacıyla ağır taşlardan yapılmış duvarlar tercih edilmiştir. Daha sonra, kale tasarımlarında şebeke suyu kullanmaya mecbur kalan mimarlar tarafından buharlı soğutma kullanılmıştır. Binaların mimarı tasarımları mekanik havalandırmanın icadından önce yirminci yüzyılın başlarında tanımlanmıştır. Binalarda merkezi iklimlendirme sistemler 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. İklimlendirme ve ısıtma sistemlerinin temel amacı insanın termal açıdan rahat etmesi için gerekli şartların muhafaza edilmesidir [3].

İnsanların yaşam tarzlarındaki modernleşmenin hızlanması, binalarda elektrik enerjisine olan talebin de artmasına yol açmıştır [4]. Binanın iklimlendirme sistemi toplam elektrik enerjisi tüketiminin %40-%60'ını oluşturmaktadır [5, 6]. Bu enerji tüketimi binanın inşaatında ısı transfer özelliklerine bağlı olarak kullanılan malzemelere göre değişim göstermektedir [7]. Enerji maliyetlerindeki kısıtlamalar ve küresel ısınmadan dolayı, Irak gibi gelişmiş ülkelerde iklimlendirme ve ısıtma sistemleri için gerekli olan enerjinin öngörülerek buna bağlı stratejiler geliştirilmesi gereklidir [8, 9]. Günümüzde, binalarda iklimlendirme ve ısıtma yüklerinin tahmini için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu bağlamda, birçok parametrenin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu parametreler inşaat malzemeleri ve ısı transferi katsayıları, dış ve iç sıcaklıklar ve nem oranı, yaşayan kişi sayısı, ışıklandırma, vb. faktörlerdir [7, 8].

Ortadoğu ülkelerinin birçoğu son yıllarda yaz ve kış aylarında yüksek ve düşük sıcaklıklarla kendini gösteren iklim değişikliklerine bağlı sorunlar yaşamaktadır. Bundan dolayı, ısıtma ve iklimlendirme için kullanılan enerji miktarı artış göstermiştir. Bu yüklerin maliyeti oldukça yüksektir. Bu durum mühendisleri binalarda asma tavan, hafif duvar, vb. gibi yalıtım malzemeleri kullanmaya teşvik etmektedir.

Binalarda iklimlendirme ve ısıtma yüklerinin değerlendirilebilmesi için daha önce uygulanan kullanışsız yöntemlerin yerine basit matematiksel modellerin kullanılması bir ihtiyaç haline gelmiştir. Önerilen modellerin inşaatta yaygın olarak kullanılan modern malzemeler ve binanın bulunduğu enlem ile uyumlu olması gereklidir.

1.2 Problemin Tanımı

Irak'ın Duhok kentindeki binaların iklimlendirme ve ısıtma tüketim yükleri için önerilmiş olan dikkate değer basit matematiksel modeller bulunmamaktadır. Bu nedenle, özellikle bu bölgede yaygın biçimde kullanılan inşaat malzemelerinin ve bölgedeki son zamanlardaki hava sıcaklıklarının iklimlendirme ve enerji tasarrufundaki etkisinin ölçülebilmesi için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

1.3 Çalışmanın Amaçları

Mevcut çalışmanın temel amacı Irak'ın Duhok kentindeki binaların iklimlendirme ve ısıtma sistemleri için gerekli olan termal yüklerin hesaplanması için yeni ve basit matematiksel modellerin oluşturulmasıdır. Çok katlı binaların dış çerçeve ve taşıyıcı duvar gibi birçok özelliği göz önüne alınmıştır. Ayrıca, sert beton bloklar, beton borular, siporex bloklar ve kil tuğlası gibi çeşitli yerel duvarcılık malzemeleri de değerlendirilmiştir. Doğrusal regresyon, doğrusal olmayan regresyon ve bulanık mantık gibi istatistiki işlemlerde SPSS ve MATLAB yazılımlarından faydalanılmıştır. Çalışmada, gerekli doğruluk derecesine ulaşarak iklimlendirme ve ısıtma yüklerine yönelik çözüm üretilmesine ilişkin doğrusal regresyon, doğrusal olmayan regresyon ve bulanık model önerilmiştir.

1.4 Çalışmanın Anahatları

Mevcut çalışma aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır:

- 1- Birinci bölüm ısıtma ve soğutma sistem yüklerinin hesaplanmasının gelişimi ile ilgili giriş bölümü niteliğindedir. Bunların yanı sıra, bu yüklerin matematiksel modellenmesine ilişkin temel bilgiler de yer almaktadır. Mevcut çalışmanın önemine ve amaçlarına da bu bölümde değinilmektedir.
- 2- İkinci bölümde alandaki bilgi boşluğunu doldurmak amacıyla binaların iklimlendirme ve ısıtma yüklerinin matematiksel modellenmesi ile ilgili geçmiş çalışmalar incelenmiştir.
- 3- Üçüncü bölüm Duhok şehrinde bulunan çok katlı binaların ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin standart mekanik yöntemlerle hesaplanmasını içermektedir. Bu bölümde inşaat malzemelerinin ve bina şekillerinin çeşitliliği de ele alınmaktadır.
- 4- Dördüncü bölüm mevcut çalışmanın temelini oluşturmaktadır: iklimlendirme ve ısıtma yüklerine dair önerilen matematiksel modeller önceki bölümdeki sonuçlara dayalı olarak bu bölümde verilmiştir. Kullanılan regresyon analizi ve bulanık mantığın metodolojisine de bu bölümde yer verilmiştir.
- 5- Beşinci bölümde ise mevcut çıktılar doğrultusunda tez çalışmasından elde edilen sonuçlar ortaya konmuştur.

2. TEMEL KAVRAMLAR

2.1 Önsöz

Dünyanın çeşitli bölgelerinde, binaların iklimlendirme ve ısıtma sistemleri için gerekli elektrik enerjisini tahmin etmek amacıyla için birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalarda, çoklu doğrusal regresyon, doğrusal olmayan regresyon, bulanık mantık analizi, vb. farklı istatistiksel ve matematiksel yöntemler kullanılarak çeşitli matematiksel modeller öne sürülmüştür.

2.2 Regresyon Modellerinin Uygulanması

İstatistiksel regresyon analizi yöntemiyle binaların ısıtma ve iklimlendirme yüklerinin matematiksel olarak modellenmesine ilişkin pek çok akademik yayın yapılmıştır.

Chou ve Bui [10] destek vektör regresyonu ve yapay sinir ağı kullanarak binaların ısıtma ve soğutması için gerekli enerjiyi tahmin etmiştir. Söz konusu modellemede, sekiz girdi ve iki çıktı içeren çeşitli deneysel veri setleri kullanılmıştır. Çıktılara göre, binaların enerji tasarrufu ile tasarlanan modellerin geçerli ve kullanılabilir olduğu ortaya konmuştur. Destek vektör regresyonu, Dong ve diğerleri [11] tarafından tropikal bölgelerdeki binaların elektrik enerjisi tüketimini hesaplamak amacıyla da kullanılmıştır. Bu çalışmada, binaların soğutma yüklerinin saatlik tahminleri yapılmıştır. Klasik geri yayımlı yapay sinir ağı yöntemi yerine bu yöntemin kullanılması ile tahminde üstün derecede kesinliğe ulaşılmıştır. Aynı sonuçlar başka çalışmalarda da elde edilmiştir [12-13]. Ayrıca, Jain vd. New York kentindeki konutların ısıtma ve soğutma yükleri için gerekli enerji tüketiminin hesaplanmasında destek vektör regresyonundan faydalanmıştır [14].

Çoklu regresyon modelleri birçok araştırmacı tarafından [15-19] farklı işlevlere sahip binaların iklimlendirme ve ısıtma yüklerinin tespit edilmesinde kullanılmıştır.

Korelasyon analizi yöntemi Puchkal ve Jurmanov [20] tarafından konutların ısı tüketimi ve ısıtma sistemlerinin termik rejimlerinin tahmininde kullanılmıştır. Enerji

tüketimi ve termik rejim arasında ilişki kurmak amacıyla doğrusal regresyondan faydalanılmıştır.

Yiu ve Wang, Çin'in Hong Kong şehrindeki bir binanın iklimlendirme süreçlerini dışsal değişken kaynaklı otoregresif hareketli ortalamalar (ARMAX) kullanarak modellemiştir [21]. Binanın iklimlendirme sisteminin ARMAX yöntemi için geliştirilen çoklu girdi ve çıktı parametrelerini tespit etmek için yinelemeli genişletilmiş en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Önerilen model binanın mevcut iklimlendirme sisteminin kayıtları ile karşılaştırılarak doğrulanmıştır.

Wu ve Sun [22] tarafından ofis binasının oda sıcaklığı için fiziksel tabanlı bir regresyon modeli öne sürülmüştür. Geliştirilen model daha az değişkene sahip ve daha düzenlidir. Bu modelleme bağıl nem gibi ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) simülasyonlarındaki temel parametrelerin hesaplanmasında kullanılabilmektedir.

Al-Shallawi [23] tarafından yapılan çalışmada Musul şehrinde tek katlı bir binanın iklimlendirme yükü doğrusal regresyon modelleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu modeller odaların ve dış sıcaklığa maruz kalan duvarların alanlarına bağlıdır. Modellerin doğrulanması ortalama karesel hata ile gösterilmiştir.

2.3 Bulanık Mantık ile Modelleme

Birçok araştırmacı da binaların ısıtma ve iklimlendirmesi için gerekli olan enerjiyi tahmin edebilmek için bulanık mantık analizi kullanarak çalışmalar yapmışlardır.

Li vd., bina iklimlendirmesi için gerekli enerji tüketiminin tahmin edilmesinde doğruluk payını artırmak amacıyla uyarlanabilir hibrid ağ-tabanlı bulanık sistem geliştirmiştir [24]. Bulanık referans modelleri aynı zamanda Dexter ve Benouarets [25] ile Ngo ve Dexter [26] tarafından da yarı-nitel kusur tanısı modeli ile iklimlendirme sistemini tanımlamak amacıyla kullanılmıştır.

Rezeka ve diğerleri [27] bulanık mantık yöntemiyle Mısır'da bir binanın iklimlendirme performansının yönetilmesini ele almıştır. Çalışmada konforlu bir iç mekan ortamı ile verimli bir enerji kullanımı elde edilmiştir. Odalar çok önemli, önemli ve normal odalar olmak üzere üç türe ayrılmıştır.

Huang ve diğerleri [28] bulanık mantık ile soğutma sistemlerinin sıcaklık kontrolüne ilişkin sağlam bir model ortaya atmıştır. Zaman gecikmesi belirsizlikleri ve kontrol girdisi üzerindeki kontrol kısıtlamaları göz önüne alınmıştır.

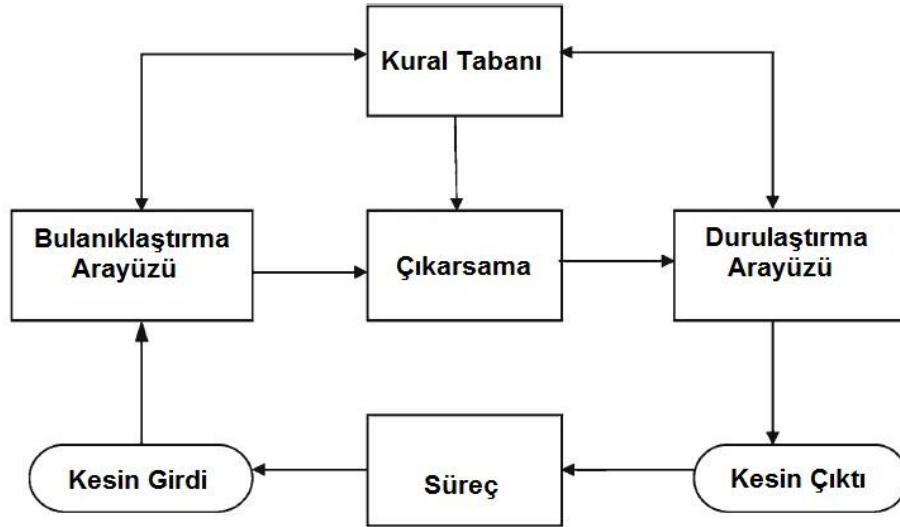
Lopez ve diğerleri [29] akıllı bina alt sistemlerinin kontrolünde evrimsel algoritma kullanarak optimizasyonlu bulanık kontrol geliştirmiştir.

Fraisse ve diğerleri [30], bir binanın iç mekân sıcaklığının düzenlenmesinde klasik kontrol ile bulanık kontrol arasında bir karşılaştırma yapmıştır.

Kolokotsa ve diğerleri [31] tarafından iç mekân sıcaklığı ile hava kalitesi arasında görsel bir uyuma ilişkin bulanık mantık kontrolör tasarlanmıştır. MATLAB yazılımı aracılığıyla “European Installation Bus” kullanılmıştır. Çalışmada bulanık kontrolün çoklu odalara sahip binaların yönetimine uyumlu olmadığı kanıtlanmıştır.

Costa ve La Neve [32] elektrik enerjisi tüketimini azaltmak amacıyla iklimlendirme sisteminde nöro-bulanık sistem uygulamasını öne sürmüştür. Motorlu sistemlere sahip binalar örnek olay çalışması için seçilmiştir. Kullanılan modelin geçerliliği ve verimliliği ortaya konmuştur.

Xu ve Zhou [33] tarafından Mandani ve King bulanık kontrol algoritması (Şekil 2.1) kullanılarak merkezi iklimlendirme performansı değerlendirilmiştir [34].



Şekil 2.1: Bulanık kontrol yapısı.

Bulanık mantık Al-Shallawi [23] tarafından Musul şehrinde bir binanın ısıtma ve soğutma yüklerini tahmin etmek amacıyla kullanılmıştır. Yapılan analizde dış mekan sıcaklığına maruz kalan duvarların alanları ve odaların zemin alanları olmak üzere iki girdi kullanılmıştır. Oluşturulan model, yalnızca katı beton bloklar ve güçlendirilmiş

betondan levhalar ile yapılmış asma tavansız ve tek katlı binalar için geçerlidir. Çalışmada, bulanık mantığın regresyon modellerine kıyasla daha verimsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Yukarıda sözü edilen literatür taramasına göre, Duhok şehrindeki modern binaların ısıtma ve soğutma yüklerinin tahmin edilmesine ilişkin matematiksel modelleme henüz araştırma konusu edilmemiştir. Ayrıca, yaygın olarak kullanılan inşaat malzemeleri ve yöntemlerinin etkisi de bugüne kadar önerilen modellerde göz önüne alınmamıştır. Dolayısıyla, uygulamalı matematiğin bu alanında daha fazla araştırma gerekmektedir.



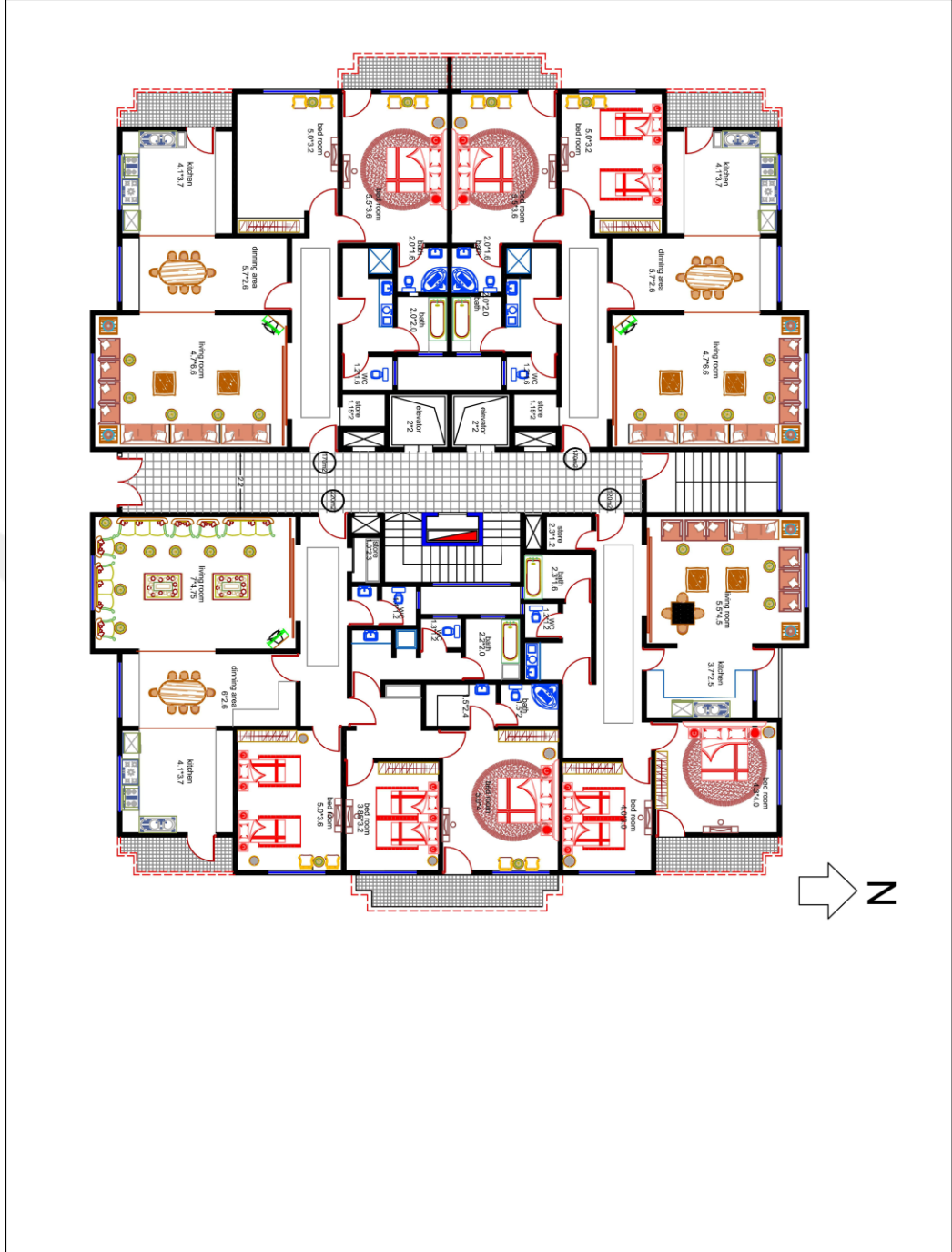
3. İKLİMLENDİRME VE ISITMA YÜKLERİNİN HESAPLANMASI

3.1 Giriş

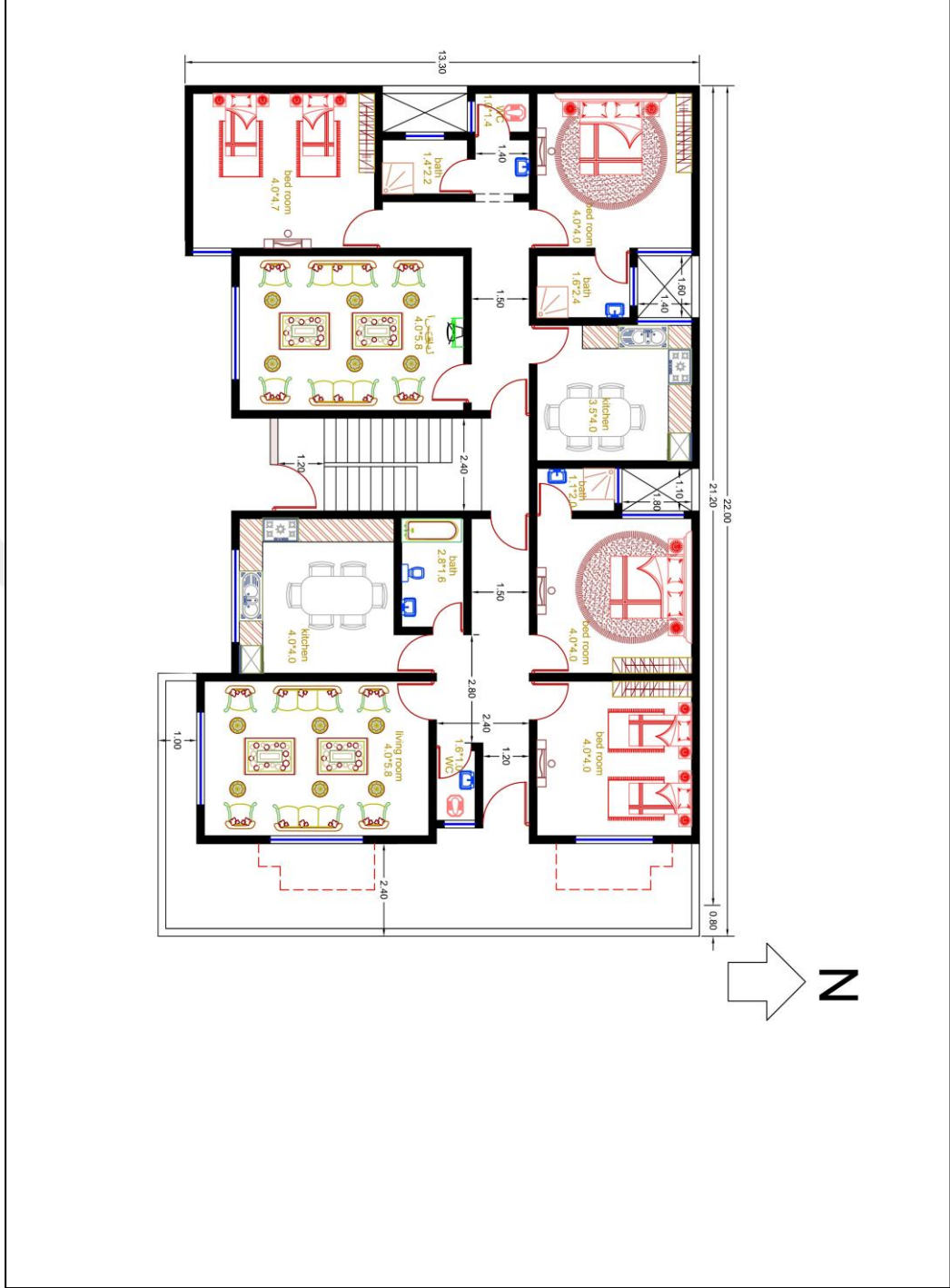
Bu bölümde, Duhok kentindeki çok katlı binaların iklimlendirme ve ısıtma sistemleri için gerekli olan ısıtma ve soğutma termik enerjisinin hesaplanmasına yer verilmiştir. Bina yüksekliği, bölge özellikleri ve inşaat malzemeleri konusundaki çeşitlilik de dikkate alınmıştır. Tasarım Duhok kentinde son zamanlarda görülen dış sıcaklıklardaki aşırı yüksek ve aşırı düşük derecelere dayanmaktadır.

3.2 Seçilen Binalar

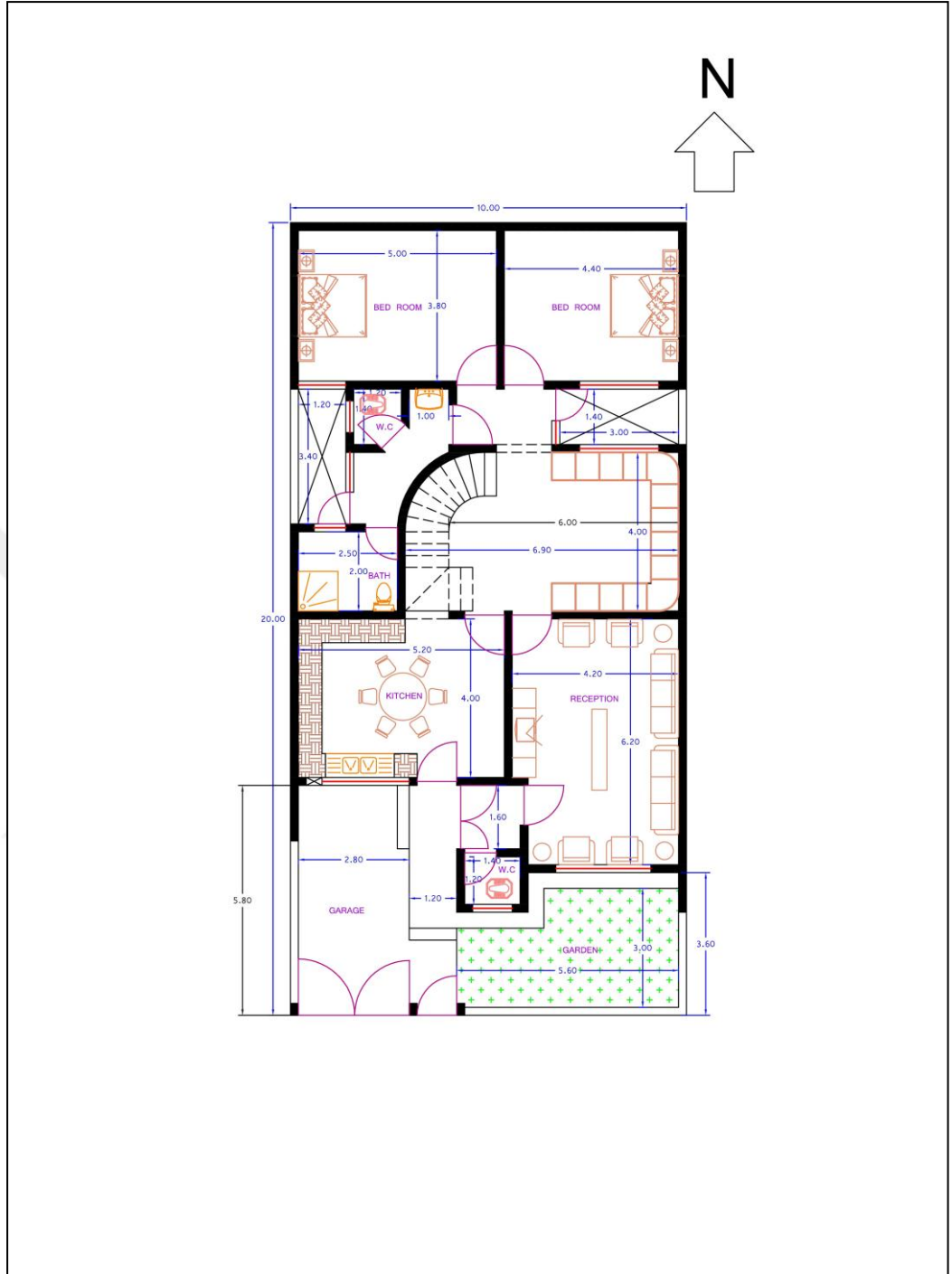
Mevcut çalışmada Şekil 3.1'den Şekil 3.3'e kadar gösterilen bina planları kullanılmıştır. Mevcut çalışmada seçilen binaların özellikleri planlar ile birlikte Tablo 3.1'de verilmiştir. Analizde iskelet ve taşıyıcı duvar binaları olmak üzere iki çok katlı bina şekli değerlendirilmeye alınmıştır. Duhok şehrinde, modern binalar sırasıyla iskelet binalar, taşıyıcı duvar binaları ve sıradan konutlar için 10, 4 ve 2 katlı olmak üzere inşa edilmiştir. Bu yükseklik aralığı mevcut ısıtma ve soğutma modelinde göz önünde bulundurulmuştur. Şekil 3.1-3.3 aralığında binanın kuzeye cephe durumu da gösterilmiştir. 36.9°K enleminde bulunan Duhok şehrindeki dış sıcaklıkların yüksek olmasından dolayı soğutma için gerekli elektrik enerjisi ısıtma için gerekli olandan fazladır. Günümüzde, Duhok şehrinde duvar inşası için farklı inşaat malzemeleri kullanılmaktadır (Şekil 3.4). Bu malzemelerin fiyatları ısı yalıtımındaki kalitesine, dolayısıyla da iklimlendirme ve ısıtma tüketimlerine bağlıdır. Güneş ışığı, binaların soğutma yüklerinin hesaplanmasında büyük rol oynamaktadır. Bu rol, radyasyon yoluyla ısı transferine bağlı olarak doğrudan etkili olabilmekte; duvarlar, tavan, vb. yoluyla ısı transferine bağlı olarak ise dolaylı olarak etkili olabilmektedir.



Şekil 3.1: Tek kattan on kata kadar olan binalar için plan.



Şekil 3.2: Tek kattan dört kata kadar olan binalar için plan.



Şekil 3.3: Tek ve iki katlı binalar için plan.

Çizelge 3.1: Mevcut binaların özellikleri.

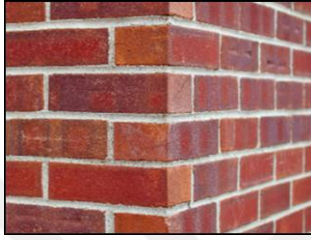
Bina No.	İnşaat Alanı (m ²)	Kat Yüksekliği (m)	Kat Sayısı
1	642.4	3	1
2	642.4	3	2
3	642.4	3	3
4	642.4	3	4
5	642.4	3	5
6	642.4	3	6
7	642.4	3	7
8	642.4	3	8
9	642.4	3	9
10	642.4	3	10
11	220	3	1
12	220	3	2
13	220	3	3
14	220	3	4
15	150	3	1
16	150	3	2



a- Beton Duvar Bloğu



b- Boşluklu Beton Blok



c- Kil Tuğla Duvar



d- Siporex Duvar

Şekil 3.4: Duhok şehrinde yaygın olarak kullanılan duvar malzemeleri.

3.3 Soğutma ve Isıtma Yüklerinin Tasarım Şartları

Termik enerji tespitinde, güneş etkisi, dış ve iç sıcaklık, bina fonksiyonu gibi birtakım şartların sağlanması gerekmektedir.

Mevcut çalışmada ısıtma yükü, güneş radyasyonundan çok az ya da hiç ısı gelmediği düşünülerek hesaplanmıştır. Dolayısıyla, mevcut bulgular için yakın zamandaki en soğuk gün olan 29 Ocak 2016 günündeki saatlik dış sıcaklıklar (Çizelge 3.2) kullanılmıştır.

Soğutma için kritik sıcaklıklar yakın zamanda Duhok'taki en sıcak gün olan 20 Temmuz 2016 gününden seçilmiştir. Bu güne dair saatlik sıcaklık kayıtları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Bağıl nem ise iklimlendirme ve ısıtma yüklerinin etkili olan bir başka faktör olarak değerlendirilmiştir. Duhok şehri kış ve yaz aylarında sırasıyla düşük ve oldukça yüksek nem oranlarına sahiptir. Mevcut tasarımda Duhok şehrinin meteorolojik kayıtlarına göre dış nem oranı en sıcak ve en soğuk günlerde %63.3 ve %18.5 olarak kaydedilmiştir.

İç sıcaklık ve nem insan için rahatlık bakımından gereklilikler olarak ele alınmaktadır [7, 8]. Buna bağlı olarak, uygun sıcaklık ve bağıl nem sırasıyla 24°C ve %50 olarak belirlenmiştir.

3.4 Soğutma Yükünün Hesaplanması

Binanın soğutma sistemi (CL) için gerekli olan termik enerji şu şekilde hesaplanmıştır [1]:

$$CL = CL_{WA} + CL_C + CL_P + CL_{inf} + CL_L + CL_e + CL_{WI} + CL_f \quad (3.1)$$

Burada,

CL_{WA} = duvarlar için soğutma yükü

CL_C = tavan için soğutma yükü

CL_P = insanlar için soğutma yükü

CL_{inf} = havalandırma ve süzdürme için soğutma yükü

CL_L = ışıklandırma için soğutma yükü

CL_e = ekipmanlar ve mobilya için soğutma yükü

CL_{WI} = pencereler için soğutma yükü

CL_f = zemin için soğutma yükü

Çizelge 3.2: Duhok şehrindeki en soğuk ve en sıcak günlerdeki saat bazında sıcaklıklar.

Saat	29/01/2016 Tarihli Dış Sıcaklıklar	20/07/2016 Tarihli Dış Sıcaklıklar
1:00	-1.65	27.25
2:00	-2.5	27.2
3:00	-3.6	30.1
4:00	-3.65	31
5:00	-5.15	29.85
6:00	-5.65	31.35
7:00	-3.6	31.6
8:00	-5.9	33.45
9:00	-6.4	36.8
10:00	-3.1	40.6
11:00	2.65	43.1
12:00	5.05	44.35
13:00	5.75	45.05
14:00	6.6	46.1
15:00	7.25	46.2
16:00	7.6	45.95
17:00	7.7	45.4
18:00	7.25	45
19:00	5.85	43.95
20:00	3.35	42
21:00	0.25	39.3
22:00	-1.6	37.3
23:00	-2.35	35.25
24:00	-1.95	33.45

3.4.1 Duvarlar için Soğutma Yükleri

Yaz döneminde, iç ve dış sıcaklıklardaki farklılıklara bağlı olarak duvarlardaki ısı aktarımı iklimlendirme yükleri üzerinde büyük etkiye sahip olmaktadır. Duvarlardan geçen bu dış ısı kazanımları duvarların ısı iletkenliğine bağlı olarak belirlenmektedir. Mevcut binalar Şekil 3.5'te gösterilen duvarlar ile inşa edilmiştir. Duvarın birim ısı direnci $Sr = (1/U)$ aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir [35]:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_n} + \frac{1}{h_o} + \sum_{n=1}^k \frac{\Delta x_n}{k_n} \quad (3.2)$$

Burada,

U = birim iletkenlik (toplam ısı dönüşüm katsayısı) ($W/m^2.K$) veya ($kcal/m^2.h.^{\circ}C$)

h_n = duvarın içindeki hava filminin ısı transfer katsayısı (Tablo 3.3'te gösterilen $W/m^2.K$.)

h_o = duvarın dışındaki hava filminin ısı transfer katsayısı (Tablo 3.3'te gösterilen $W/m^2.K$)

Δx_n = Şekil 3.5'te gösterildiği üzere duvarı oluşturan her bir yapısal katmanın kalınlığı

k_n = duvar kesitindeki her bir malzemenin ısı iletkenliği. Kullanılan ısı iletkenlik katsayısı [1, 7, 8, 35-37]

k = duvarın içerisindeki yapısal katmanların sayısı

Yukarıda bahsedilen duvar birim ısı direnci duvardan ısı kazanımı için gerekli soğutma yükünü bulmak için kullanılmıştır [1, 7, 8, 35]:

$$CL_{WA} = (U.A.\Delta T)_{WA} \quad (3.3)$$

burada,

A_{WA} = dış sıcaklığa maruz kalan duvarların alanı (m^2)

ΔT_{WA} = binalar üzerindeki sıcaklıkların telafi edilmesi için düzeltme faktörü göz önünde bulundurularak iç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark [8]:

$$\Delta T = (CLTD+LM).k_c + (25.5 - T_i) + (T_o - 29.4) \quad (3.4)$$

burada,

LM = enlem ve ay için düzeltme katsayısı

k_c = duvar rengi için düzeltme katsayısı = 0.83

$CLTD$ = soğutma yükü sıcaklık farkı

T_i = tasarım iç sıcaklığı = $24^{\circ}C$

$T_{out} = \text{tasarım dış sıcaklığı} = T_m - DR/2$

$T_m = \text{gün başına maksimum dış sıcaklık}$

$DR = 24 \text{ saat içerisinde günlük dış sıcaklık aralığı}$

3.4.2 Çatılar (Tavanlar) için soğutma yükleri

Dış sıcaklığına maruz kalan tavandaki ısı kazanımı soğutma yükü için aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır [8]:

$$CL_C = (U.A.\Delta T)_C \quad (3.5)$$

burada,

$U_C = \text{Duhok şehrindeki tavan birim iletkenliği (W/m}^2\text{.K) (Şekil 3.6)}$

$A_C = \text{dış sıcaklığa maruz kalan çatı alanı (m}^2\text{)}$

$\Delta T_C = \text{binalar üzerindeki sıcaklıkların telafi edilmesi için tavan için düzeltme faktörü göz önünde bulundurularak iç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark [8]:}$

$$\Delta T_C = [(CLTD_C + LM_C).k_{cc} + (25.5 - T_i) + (T_o - 29.4)].F \quad (3.6)$$

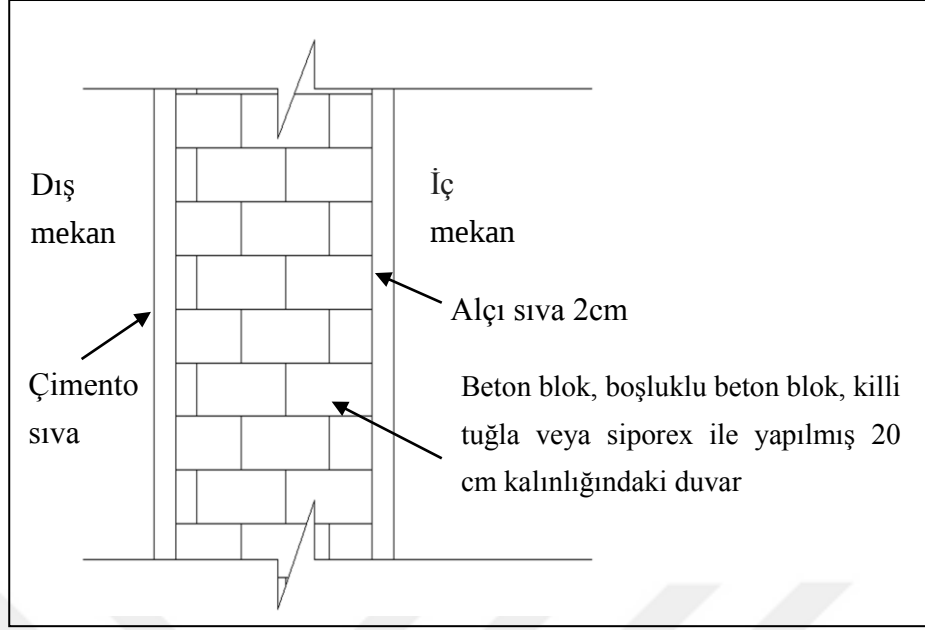
burada,

$LM_C = \text{çatı için düzeltme katsayısı}$

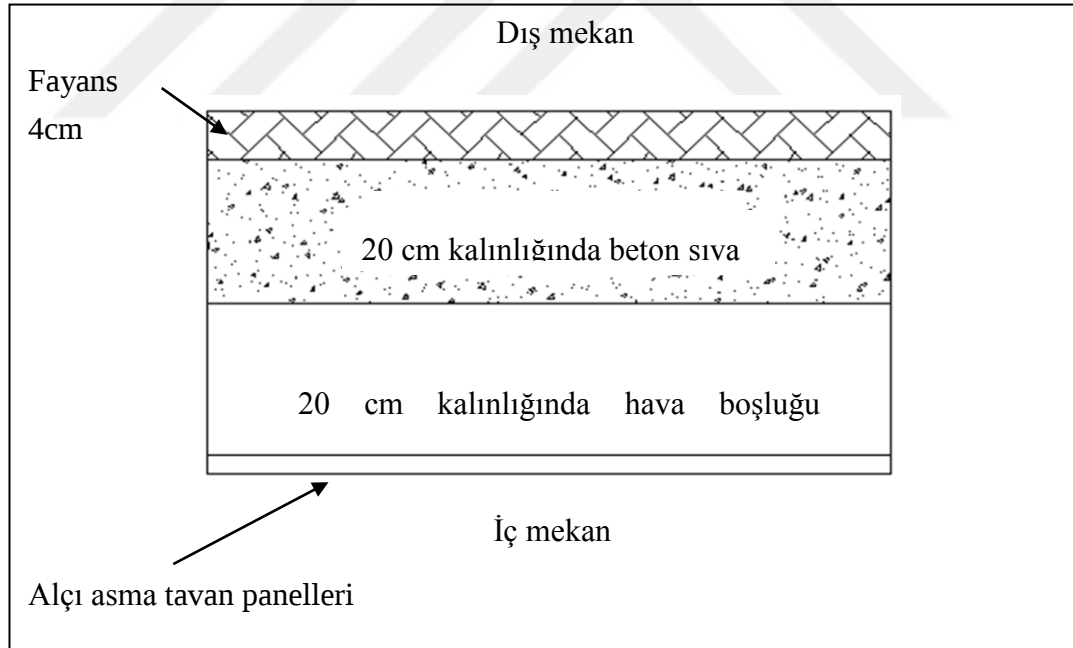
$k_{cc} = \text{çatı rengi için düzeltme katsayısı} = 1.0$

$CLTD_C = \text{soğutma yükü sıcaklık farkı}$

$F = 0.75 \text{ (mevcut çalışmada tüm çatılar asma tavan şeklindedir)}$



Şekil 3.5: Duhok şehrinde yaygın olarak kullanılan duvar kesiti.



Şekil 3.6: Duhok şehrinde yaygın olarak kullanılan çatı kesiti.

3.4.3 Zemin için Soğutma Yükleri

Mevcut çalışmada zeminde ısı kazanımına bağlı soğutma enerjisi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır [8]:

$$CL_f = (U.A.\Delta T)_f \quad (3.7)$$

burada,

U_f = zemin kesiti için zemin birim iletkenliği ($W/m^2.K$) (Şekil 3.7)

A_f = dış sıcaklığa maruz kalan zemin alanı (m^2)

ΔT_f = iç ve dış mekan sıcaklıkları arasındaki fark = $T_o - T_i$

3.4.4 Pencere ve Kapılar için Isı Kazanımı Yükleri

Plastik kapılardan kaynaklanan dış ısı kazanımı iklimlendirme ile aşağıdaki formül ile aşılmıştır [8]:

$$CL_D = (U.A.\Delta T)_D \quad (3.8)$$

burada,

U_D = kapı kesiti için zemin birim iletkenliği ($W/m^2.K$) = $4.66 W/m^2.K$

A_D = dış sıcaklığa maruz kalan kapı alanı (m^2)

ΔT_D = duvarlar için iç ve dış sıcaklıklar arasındaki fark ($^{\circ}C$)

Cam pencereler ısı kazanımına radyasyon ve aktarım olmak üzere iki şekilde sebep olur. Bu etkiler mevcut soğutma yükü hesaplamasında aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir [8]:

$$CL_{WI} = CLTD_{WI}.U_{WI}.A_{WI} + A_{WI}.S_C.SHG.CLF \quad (3.9)$$

burada,

$$CLTD_{WI} = (CLTD)_T + (25.5 - T_i) + (T_o - 29.4) \quad (3.10)$$

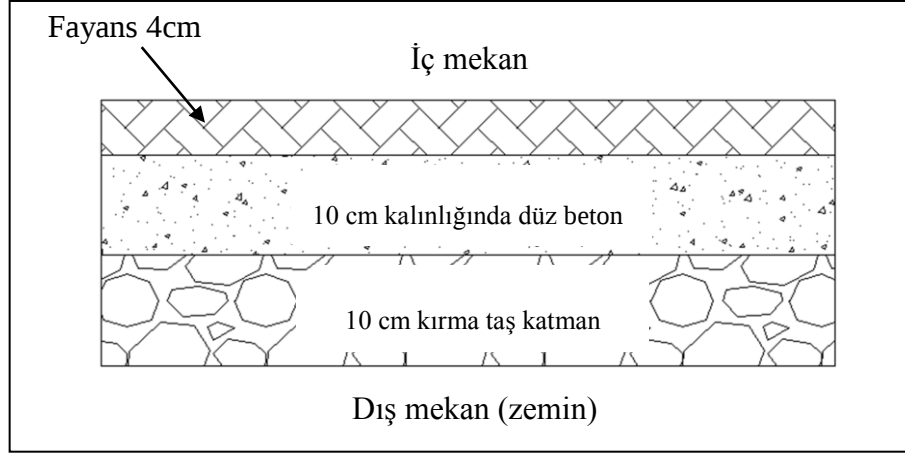
U_{WI} = toplam pencere ısı transfer katsayısı ($W/m^2.K$) = $4.71 W/m^2.K$

A_{WI} = Pencere alanı (m^2)

S_C = Gölgeleme katsayısı

SHG = Güneş kazanımı

CLF = Zaman için soğutma yükü faktörü



Şekil 3.7: Duhok şehrinde yaygın olarak kullanılan zemin kesiti.

3.4.5 Havalandırma ve Süzdürme Isı Kazanımları

Havalandırma ve süzdürme için soğutma yükü iç ısı kazanımının bir parçası olarak değerlendirilir ve aşağıdaki biçimde gösterilir [8]:

$$CL_{inf} = CL_{infs} + CL_{infl} \quad (3.11)$$

burada,

CL_{infs} = süzdürme ve havalandırma ile ortaya çıkan makul yüküdür (W) ve şu şekilde belirlenir:

$$CL_{infs} = 1.22V_{vent} \cdot (T_o - T_i) + 1.22V_{inf} \cdot (T_o - T_i) \quad (3.12)$$

CL_{infl} = süzdürme ve havalandırma ile ortaya çıkan gizli yüküdür (W) ve şu şekilde belirlenir:

$$CL_{infl} = 2940V_{vent} \cdot (W_o - W_i) + 2940V_{inf} \cdot (W_o - W_i) \quad (3.13)$$

$$V_{vent} = (V_{vent/person}) \cdot (\text{kişi sayısı}) \quad (3.14)$$

olup burada,

$V_{vent/person}$ = kişi başına düşen gerekli havalandırma miktarı

Kişi sayısı = Birim başına 8 (Duhok şehrindeki birçok daire ve yerleşime uygun konut için maksimum kişi sayısı)

V_{inf} = ortalama hava tahliyesi = $N \cdot V_{volume} / 3600$

N = binanın işlevine bağlı hava değişim sayısı = mevcut çalışmada 1.0

W_o = dış mekân bağıl nem oranı (%)

W_i = iç mekân bağıl nem oranı (%) şeklindedir.

3.4.6 İnsana Bağlı Soğutma Yüğü

Binalarda oturanların soğutma yüğü (CL_P) içsel ısı kazanımı olarak değerlendirilmektedir. Mevcut çalışmada, bu ısı kazanımı şu şekilde hesaplanmıştır [8]:

$$CL_P = N_P \cdot q_{s/person} \cdot CL_{F_P} + N_P \cdot q_{l/person} \quad (3.16)$$

burada,

N_P = kişi sayısı = 8

$q_{s/person}$ = bir kişi tarafından aktiviteye bağlı olarak üretilen ortalama makul ısı = 72 W

$q_{l/person}$ = bir kişi tarafından aktiviteye bağlı olarak üretilen ortalama gizli ısı = 60 W

CL_{F_P} = kişi başına soğutma yüğü katsayısı olarak tanımlanmıştır.

3.4.7 Ekipman Termik Yüğü

Ekipmanlara bağlı olarak ortaya çıkan ısı kazanımının önüne geçmek için gerekli olan soğutma yüğü verimlilik düzeyine göre değişmektedir. Mevcut araştırmada, bu yük birim metrekaarelik alan başına yaklaşık 6.8 W/m² olarak belirlenmiştir [7].

3.4.8 Işıklandırma Isı Kazanım Yüğü

Işıklandırmadan kaynaklanan radyan ısı soğutma sisteminin termik yüğü içerisinde aşağıdaki biçimde değerlendirilmiştir [8]:

$$CL_L = N_L \cdot W_L \cdot F_b \approx 25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{zemin alanı} \quad (3.17)$$

burada,

N_L = ışık sayısı

W_L = ışık enerjisi (W/m²)

F_b = normal ışıklar ve floresan için sırasıyla 1.0 ve 1.2

olup mevcut çalışmada, ışıklandırma için 25 W/m² kullanılarak CL_L bulunmuştur.

3.5 Isıtma Yüğünün Hesaplanması

Binaların ısıtma sisteminin termik enerjisi (HL) W olarak aşağıdaki gibi belirlenebilir [8]:

$$HL = HL_P + HL_L + HL_e - HL_{WA} - HL_{WI} - HL_D - HL_C - HL_f - HL_{inf} \quad (3.18)$$

HL_P = kişiler için ısıtma yüğü (W)

HL_L = ışıklandırma için ısıtma yükü (W)

HL_e = ekipman için ısıtma yükü (W)

HL_{WA} = duvar için ısıtma yükü (W)

HL_{WI} = pencereler için ısıtma yükü (W)

HL_D = kapılar için ısıtma yükü (W)

HL_C = tavan için ısıtma yükü (W)

HL_f = zemin için ısıtma yükü (W) = 2.zemin alanı

HL_{inf} = havalandırma ve süzdürme için ısıtma yükü (W)

Yukarıda gösterilen Denklem 3.18’de, Δt Duhok şehrinde iç sıcaklık 24°C ve en düşük dış sıcaklık -6.4°C baz alınarak hesaplanmıştır. 29/1/2016 tarihinde kaydedilen %63.3 oranındaki dış nem düzeltmesiz olarak ısıtma yükü hesaplamalarında kullanılmıştır. Dolayısıyla, kış döneminde güneşten ısı kazanımı olmadığından dolayı Δt için CLTD kullanılmasına gerek kalmamıştır.

3.6 Mevcut Binanın Soğutma ve Isıtma Yükleri

Seçilen binalar için (bkz. Tablo 3.1) soğutma ve ısıtma sistemleri için gereken termik enerjiler (3.1) ve (3.18) denklemleri ve Tablo 3.3 ile 3.4 kullanılarak belirlenmiştir. Bu binalarda duvarlar için dört farklı sık kullanılan inşaat malzemesi göz önünde bulundurulmuştur. Bu hesaplamada kullanılan prosedür yukarıda bahsedildiği üzere birçok faktörün etkili olmasından dolayı oldukça zor bir yöntemdir.

Çizelge 3.3: Duhok şehrinde seçilmiş binalar için soğutma yükü (W).

Bina No.	Beton Blok	Boşluklu	Siporex duvar	Killi tuğla
1	150135.213	147562.432	137868.782	142509.142
2	271340	266194.394	246807.1	256087.814
3	392544.76	384826.36	355745.406	369666.486
4	513749.522	503458.318	464683.72	483245.158
5	634953.97	622090.28	573622.03	596823.83
6	756158.67	740722.242	682560.342	710402.502
7	877363.37	859354.204	791498.654	823981.174
8	998568.07	977986.166	900436.966	937559.846
9	1119772.77	1096618.128	1009375.278	1051138.518
10	1240977.47	1215250.09	1118313.59	1164717.19
11	67515.1	55646.155	40307.5	43801.72
12	125122.6	121199.91	90522.6	97511.04
13	182730.1	176846.06	130830.1	141312.76
14	240337.6	232492.22	171137.6	185114.48
15	44675.87	42926.49	36470.65	39637.326
16	82596.6	79097.84	66186.16	72519.512

Çizelge 3.4: Duhok şehrinde seçilmiş binalar için ısıtma yükü (W).

Bina No.	Beton Blok Duvar	Boşluklu Beton Duvar	Siporex duvar	Killi tuğla duvar
1	106325.244	102452.6	89669.43	97517.87
2	145847.77	138185.67	112536.15	128233.03
3	185370.3	173877.15	135402.87	158948.19
4	224892.83	209568.63	158269.6	189663.35
5	264415.3661	245052.1461	181136.2961	220378.4961
6	303937.8966	280702.0326	204003.0126	251093.6526
7	343460.4272	316351.9192	226869.7292	281808.8092
8	382982.9577	352001.8057	249736.4457	312523.9657
9	422505.4882	387651.6922	272603.1622	343239.1222
10	462028.0188	423301.5788	295469.8788	373954.2788
11	47449.5	44403.3	31302	37475.64
12	72021.36	65928.96	39726.36	52073.64
13	96593.22	87454.62	48150.72	66671.64
14	121165.08	108980.28	56575.08	81269.64
15	35850.61	33254.55	24685.28	29946.63
16	56102.82	50910.7	33772.16	44294.86

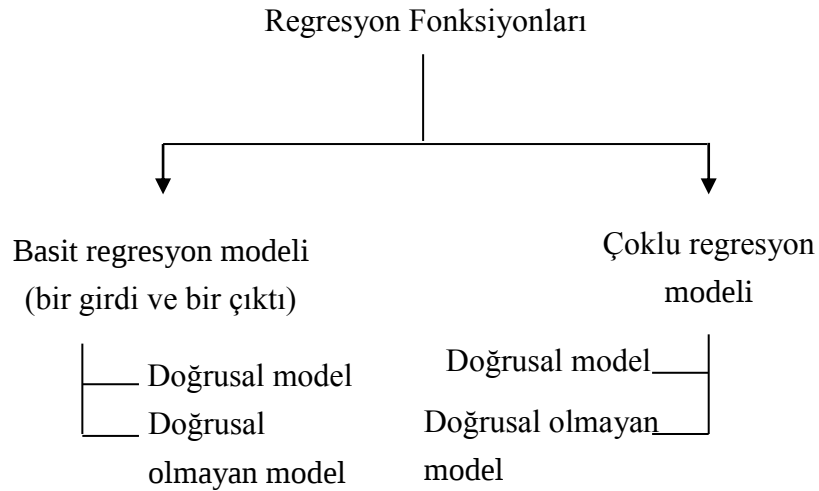
4. MATEMATİKSEL MODELLEME

4.1 Giriş

Bu bölümde, regresyon analizi ve bulanık mantık yöntemleri kullanılarak Duhok şehrindeki seçilmiş binaların soğutma ve ısıtma yüklerine dair yeni matematiksel modellerin formüle edilmesine yer verilmiştir. Modelin oluşturulmasında daha önce üçüncü bölümde bahsedilen seçilen binaların ısı kazanımlarına dair soğutma ve ısıtma yüklerine ilişkin veriler kullanılmıştır. Model önerisinde sadelik ve verimlilik göz önünde bulundurulmuştur. Bu matematiksel modellerde doğrusal regresyon, doğrusal olmayan regresyon ve bulanık mantık modelleri olmak üzere üç yöntem kullanılmıştır.

4.2 Regresyon Modelleri

Regresyon analizi yöntemi genellikle bir (Y) değişkeninin diğer parametrelerin ($X_1, X_2, \dots, X_n$) bir fonksiyonu olarak tahmin edilmesinde kullanılır [15, 16, 38]. Regresyon fonksiyonları ana ve alt formlar olmak üzere Şekil 4.1’de kategorize edilmiştir.



Şekil 4.1: Regresyon fonksiyonlarının biçimleri.

Basit regresyon modelleri tek bir bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasında ilişki kurar, örneğin [38-40]:

$$Y = a_0 + a_1X \quad (4.1)$$

$$Y = a_0e^{a_1X} \quad (4.2)$$

Burada a_0, a_1 = sabitlerdir.

(4.1) ve (4.2) denklemleri sırasıyla basit doğrusal ve doğrusal olmayan denklemlere örnek olarak verilmiştir.

Çoklu regresyon modeli ise doğrusal ya da doğrusal olmayan matematiksel eşitliklerde bir bağımlı değişkeni iki veya daha fazla bağımsız parametre ile ilişkilendiren çok terimli bir modeldir, örneğin [38, 39, 41]:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 \quad (4.3)$$

$$Y = a_0X_1^{a_1}X_2^{a_2}X_3^{a_3} \quad (4.4)$$

Çoklu doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon fonksiyonları arasındaki temel fark, doğrusal regresyon fonksiyonu a_i bilinmeyen parametreleri ile aynı anda doğrusal iken; doğrusal olmayan regresyon fonksiyonu böyle değildir.

Mevcut matematiksel modellemede, ısıtma yükü (Q_H) ve soğutma yükü (Q_C) üçüncü bölümde verilen yük verilerinin regresyon analizine dayalı olarak formüle edilmiştir. Ayrıca, binanın zemin ya da inşaat alanı ve kat sayısı olmak üzere iki girdi parametresi de değerlendirmeye alınmıştır (Tablo 3.1). Bu analiz SPSS Statistics 20 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, ısıtma ve soğutma yüklerinin aşağıdaki gibi belirlenebilmesi için doğrusal çoklu regresyon fonksiyonu formüle edilmiştir:

$$q = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_1X_2 \quad (4.5)$$

burada,

q = Watt cinsinden ısıtma veya soğutma yükü

a_i = sabitler

$X_1 = A_f = m^2$ cinsinden zemin alanı

$X_2 = N$ = kat sayısı

Bu binaların duvar inşasında beton blok, boşluklu beton blok, siporex ve killi tuğla olmak üzere Duhok şehrinde en çok kullanılan inşaat malzemeleri göz önüne alınmıştır. Çoklu regresyon denklemlerindeki sabit parametreler (a_0, a_1, a_2 ve a_3) SPSS yazılımı ile aşağıdaki şekilde belirlenmiştir [40]:

$$\begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & A_{f1} & N_1 & A_{f1}N_1 \\ 1 & A_{f2} & N_2 & A_{f2}N_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & A_{fn} & N_n & A_{fn}N_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} + \varepsilon \quad (4.6)$$

ya da

$$[Y] = [X][a] + \varepsilon \quad (4.7)$$

Burada ε = hata olarak alınmıştır.

Sabitleri $[a]$ elde etmek için en küçük kareler toplamı ilkesi [38, 40] aşağıdaki gibi kullanılmıştır:

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 A_{fi} - a_2 N_i - a_3 A_{fi} N_i) \approx 0 \quad (4.8)$$

Böylece,

$$\begin{aligned} [X][a] &= [Y] \\ [X]^T [X][a] &= [X]^T [Y] \\ [a] &= ([X]^T [X])^{-1} [X]^T [Y] \end{aligned} \quad (4.9)$$

şeklinde elde edilir.

Dolayısıyla, ısıtma ve soğutma yük tahmini için Denklem 4.5'teki dört eşitlik çoklu regresyon ile şu şekilde formüle edilmiştir:

Soğutma yükü (W):

i) Beton blok duvarlı bina için

$$q_C = -13510.654 + 67.259A_f + 27361.91N + 145.929A_f N \quad (4.10)$$

ii) Boşluklu beton blok duvarlı bina için

$$q_C = -20204.913 + 77.134A_f + 27936.199N + 141.103A_f N \quad (4.11)$$

iii) Siporex duvarlı bina için

$$q_C = -5703.647 + 53.28A_f + 6568.428N + 159.439A_f N \quad (4.12)$$

iv) Killi tuğla duvarlı bina için

$$q_C = -5906.886 + 53.614A_f + 9508.993N + 162.083A_f N \quad (4.13)$$

Isıtma yükü (W):

i) Beton blok duvarlı bina için

$$q_H = -2720.597 + 108.464A_f + 17364.584N + 34.462A_f N \quad (4.14)$$

ii) Boşluklu beton blok duvarlı bina için

$$q_H = -2291.644 + 107.902A_f + 14651.67N + 32.646A_f N \quad (4.15)$$

iii) Siporex duvarlı bina için

$$q_H = 4513.46 + 96.565A_f - 59.144N + 35.739A_fN \quad (4.16)$$

iv) Killi tuğla duvarlı bina için

$$q_H = 3575.97 + 98.107A_f + 5441.906N + 39.382A_fN \quad (4.17)$$

Isıtma ve soğutma yüklerine ilişkin doğrusal olmayan regresyon modelleri de denklem (4.18) kullanılarak a_4 ve a_5 parametreleri ile formüle edilmiştir.

$$Y = a_4(X_1X_2)^{a_5} \quad (4.18)$$

Önerilen doğrusal olmayan denklemlerdeki bilinmeyen parametreler de popüler bir en küçük kareler yöntemi ile belirlenmiştir. Dolayısıyla, önerilen denklemlerle hesaplanan ve analitik yöntemle belirlenen yüklerin tahmini değerleri arasındaki hatalar toplamı minimize edilmiştir. Buna bağlı olarak, üçüncü bölümde verilen veriler için SPSS Statistics 20 yazılımında doğrusal olmayan regresyon analizine dayalı olarak sekiz denklem formüle edilmiştir (denklemler (4.19) – (4.26)):

W cinsinden soğutma yükü:

i) Beton blok duvarlı bina için

$$q_C = 419.021(A_fN)^{0.91} \quad (4.19)$$

ii) Boşluklu beton blok duvarlı bina için

$$q_C = 398.785(A_fN)^{0.913} \quad (4.20)$$

iii) Siporex duvarlı bina için

$$q_C = 281.938(A_fN)^{0.944} \quad (4.21)$$

iv) Killi tuğla duvarlı bina için

$$q_C = 304.748(A_fN)^{0.94} \quad (4.22)$$

W cinsinden ısıtma yükü:

i) Beton blok duvarlı bina için

$$q_H = 991.707(A_fN)^{0.697} \quad (4.23)$$

ii) Boşluklu beton blok duvarlı bina için

$$q_C = 981.585(A_fN)^{0.689} \quad (4.24)$$

iii) Siporex duvarlı bina için

$$q_C = 787.153(A_fN)^{0.675} \quad (4.25)$$

iv) Killi tuğla duvarlı bina için

$$q_C = 810.438(A_fN)^{0.697} \quad (4.26)$$

Tablo 4.1-4.16’da sunulduğu üzere, önerilen matematiksel modellerdeki katsayıların anlamlılık düzeyini belirlemek amacıyla SPSS yazılımı ile istatistiki analizler gerçekleştirilmiştir. Bu modellerde, her bir katsayının denklemdeki anlamlılığı için %95 güven aralığı (üst ve alt sınırlar) kullanılmıştır. Tüm parametrelerin bu aralıkta yer aldığı ve dolayısıyla anlamlı oldukları doğrulanmıştır.

Çizelge 4.1: Denklem 4.10’daki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
a_1	67.259	11.205	42.845	91.673
a_2	27361.910	2517.644	21876.435	32847.385
a_3	145.929	4.038	137.132	154.726
a_0	-13510.654	5984.399	-26549.538	-471.769

Çizelge 4.2: Denklem 4.11’deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
a_1	77.134	9.395	56.664	97.604
a_2	27936.199	2110.890	23336.965	32535.432
a_3	141.103	3.385	133.727	148.479
a_0	-20204.913	5017.551	-31137.217	-9272.609

Çizelge 4.3: Denklem 4.12’deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
a_1	53.280	6.498	39.123	67.437
a_2	6568.428	1459.894	3387.591	9749.264
a_3	159.439	2.341	154.338	164.541
a_0	-5703.647	3470.145	-13264.444	1857.149

Çizelge 4.4: Denklem 4.13'teki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
a_1	53.614	6.393	39.686	67.543
a_2	9508.993	1436.300	6379.563	12638.423
a_3	162.083	2.303	157.064	167.102
a_0	-5906.886	3414.063	-13345.490	1531.718

Çizelge 4.5: Denklem 4.14'teki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
a_1	108.464	2.256	103.548	113.381
a_2	17364.584	506.979	16259.972	18469.196
a_3	34.462	0.813	32.690	36.233
a_0	-2720.597	1205.080	-5346.242	-94.953

Çizelge 4.6: Denklem 4.15'teki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
a_1	107.902	1.869	103.830	111.973
a_2	14651.670	419.874	13736.843	15566.497
a_3	32.646	0.673	31.179	34.113
a_0	-2291.644	998.034	-4466.173	-117.116

Çizelge 4.7: Denklem 4.16'daki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
a_1	96.565	3.743	88.409	104.721
a_2	-59.144	841.075	-1891.689	1773.402
a_3	35.739	1.349	32.800	38.678
a_0	4513.460	1999.227	157.519	8869.401

Çizelge 4.8: Denklem 4.17’deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
a_1	98.107	2.966	91.645	104.569
a_2	5441.906	666.375	3989.999	6893.812
a_3	39.382	1.069	37.054	41.711
a_0	3575.970	1583.963	124.810	7027.130

Çizelge 4.9: Denklem 4.19’deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Alt Sınır
a_5	419.021	60.117	290.084	547.958
a_6	0.910	0.017	0.874	0.947

Çizelge 4.10: Denklem 4.20’deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Alt Sınır
a_5	398.785	57.715	273.034	524.536
a_6	0.913	0.017	0.876	0.951

Çizelge 4.11: Denklem 4.21’deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Alt Sınır
a_5	281.938	13.491	252.543	311.332
a_6	0.944	0.006	0.932	0.957

Çizelge 4.12: Denklem 4.22’deki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Alt Sınır
a_5	304.748	17.237	267.193	342.304
a_6	0.940	0.007	0.925	0.955

Çizelge 4.13: Denklem 4.23'teki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Alt Sınır
a_5	991.707	149.238	666.545	1316.868
a_6	0.697	0.018	0.658	0.736

Çizelge 4.14: Denklem 4.24'teki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Alt Sınır
a_5	981.585	139.201	678.292	1284.877
a_6	0.689	0.017	0.652	0.726

Çizelge 4.15: Denklem 4.25'teki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Alt Sınır
a_5	787.153	214.970	318.773	1255.533
a_6	0.675	0.033	0.604	0.746

Çizelge 4.16: Denklem 4.26'daki parametrelerin tahmini ve anlamlılık düzeyleri.

Parametre	Tahmin	Std. Hata	%95 Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Alt Sınır
a_5	810.438	141.523	502.086	1118.790
a_6	0.697	0.021	0.652	0.743

Soğutma ve ısıtma sistemleri için yukarıda önerilen denklemlerin doğruluğu Tablo 3.3 ve 3.4'te verilen tahmini değerler ve analitik sonuçlar arasındaki farklar ile kontrol edilmiştir. Sonuç olarak, bu modellerin geçerliliği belirtme katsayısı (R^2) ve ortalama sapmanın kare kökü (MR) ile aşağıdaki gibi gösterilmektedir [19]:

$$SSR = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (4.26)$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (4.27)$$

$$R^2 = 1 - \frac{SSR}{SST} \quad (4.28)$$

$$MR = \sqrt{ESM} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (4.29)$$

burada,

SSR = artık kareler toplamı

SST = gözlenen veri varyansına oranlı toplam kareler toplamı

y_i = gözlenen veri (W cinsinden yük)

$$\bar{y} = \text{gözlenen tüm veri setinin ortalaması} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (4.30)$$

$\hat{y}$ = önerilen modelde tahmini veri (W cinsinden yük)

n = veri setindeki örnek sayısı = mevcut çalışmada 16

ESM = ortalama karesel hata

Önerilen matematiksel modellerin kullanılan parametrelere ilişkin sağlamlığını göstermek amacıyla düzeltilmiş belirtme katsayısı da (R_{aj}^2) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır [42]:

$$R_{aj}^2 = R^2 - \left(\frac{P-1}{n-P} \right) (1 - R^2) \quad (4.31)$$

burada P, önerilen modeldeki parametrelerin ya da katsayıların sayısını ifade eder.

Önerilen ısıtma ve soğutma yüklerine ait belirtme katsayısı ve düzeltilmiş belirtme katsayısı Tablo 4.17’de sıralanan biçimde belirlenmiştir. Bire yakın değere sahip yüksek belirtme katsayılarına göre tahmini yük değerleri ve analitik yöntemle belirlenenler arasında makul bir eşleşme gözlemlenmiştir.

Mevcut önerilen modellerin geçerliliği de en iyi matematiksel modelin seçilmesini sağlayan sıklık ilkesinin uygulanmasını içeren Akaike Bilgi Kriteri (AIC) ile analiz edilmiştir. Bu bağlamda, daha düşük AIC değerine sahip olan model en iyi parametrelili matematiksel model olarak benimsenmiştir. AIC büyüklüğü aşağıdaki gibi hesaplanmıştır [42-45]:

$$AIC = n \ln \left(\frac{SSR}{n} \right) + 2P \quad (4.32)$$

Mevcut önerilen matematiksel modellerin AIC değerleri Tablo 4.18’de sunulmuştur. Düşük AIC değerleri doğrusal modeller kullanılarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.17: Önerilen doğrusal ve doğrusal olmayan denklemler için belirtme katsayıları.

Denk.	<i>SSR</i>	<i>SST</i>	R^2	<i>MR</i>	<i>P</i>	<i>n</i>	R_{aj}^2
4.10	238946929	2.47E+12	1	3864.48	4	16	1
4.11	77768465.05	2.24E+12	1	2204.66	4	16	1
4.12	9689310.33	3.04E+11	1	778.19	4	16	1
4.13	16739836.5	2.06E+11	1	1022.86	4	16	1
4.14	4492584602	2.47E+12	1	16756.7	4	16	1
4.15	491418457.9	2.24E+12	1	5541.99	4	16	1
4.16	1139351391	3.04E+11	1	8438.57	4	16	1
4.17	1031026901	2.06E+11	1	8027.4	4	16	1
4.19	167974732.3	2.38E+12	0.998	3240.13	2	16	0.9979
4.20	80344379.49	2.08E+12	0.998	2240.88	2	16	0.9979
4.21	6645884.525	2.56E+11	1	644.49	2	16	1
4.22	31027568.2	1.32E+11	1	1392.56	2	16	1
4.23	3812262501	2.38E+12	0.996	15435.88	2	16	0.9957
4.24	390826153.1	2.08E+12	0.997	4942.33	2	16	0.9968
4.25	887626057.1	2.56E+11	0.987	7448.26	2	16	0.9861
4.26	1730728232	1.32E+11	0.995	10400.51	2	16	0.9946

Çizelge 4.18: Önerilen doğrusal ve doğrusal olmayan denklemler için AIC.

Önerilen Doğrusal Modeller								
Denk.	4.10	4.11	4.12	4.13	4.14	4.15	4.16	4.17
AIC	272.3	262.7	254.9	250.4	221.02	211	239.65	225.77
Önerilen Doğrusal Olmayan Modeller								
Denk.	4.19	4.20	4.21	4.22	4.23	4.24	4.25	4.26
AIC	315.3	316.6	276.2	283.8	293.3	293.3	300	295.7

4.3 Bulanık Mantık Modelleri

Mamdani [46] ve Sugeno [47] olmak üzere iki adet bulanık çıkarım yöntemi bulunmaktadır. Mevcut Watt cinsinden ısıtma ve soğutma enerji yüklerinin matematiksel modellemesinde, çıktı modellemesindeki sadeliğinden dolayı Sugeno bulanık mantık yaklaşımı tercih edilmiştir. Sugeno mantığında çıktı üyelik fonksiyonları ya sabit ya da doğrusaldır. Bulanık modelin girdilerini ve çıktıları birbirine bağlamak için kurallar kullanılır. Bu kurallar, r_i kurallarının ateşleme seviyesi ile çıktı seviyesini ağırlıklandırır. Sonuç olarak, mantık sisteminin nihai çıktısı tüm kuralların çıktılarının ağırlıklı ortalamasıdır ve aşağıdaki biçimde hesaplanır [47]:

$$\text{Nihai çıktı} = \frac{\sum_{i=1}^k w_i z_i}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (4.33)$$

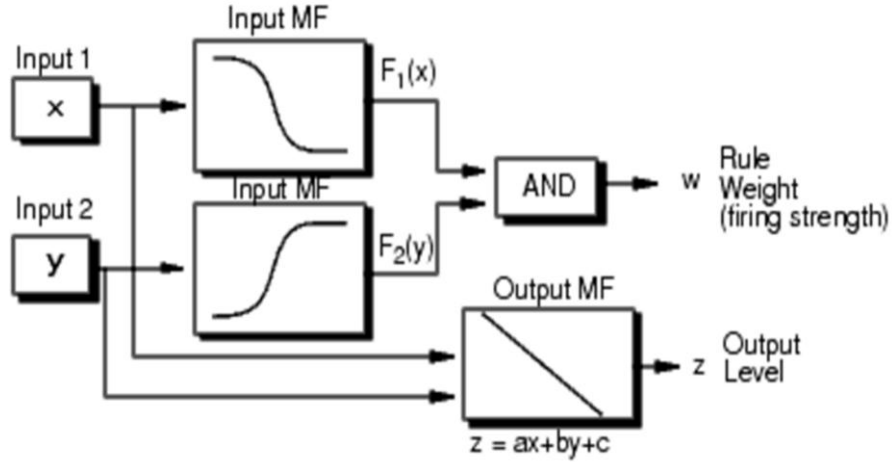
burada,

z = çıktı seviyesi

w_i = kuralın ateşleme seviyesi

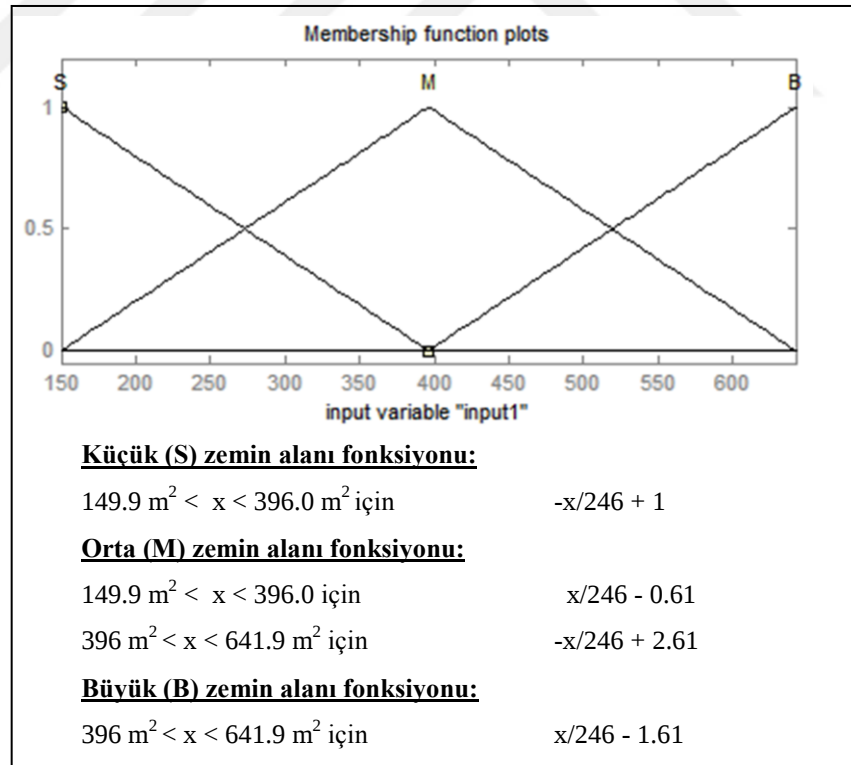
k = kural sayısı

Sugeno yönteminde işlemler Şekil 4.2’de sunulan akım grafiği ile gösterilmiştir [48].

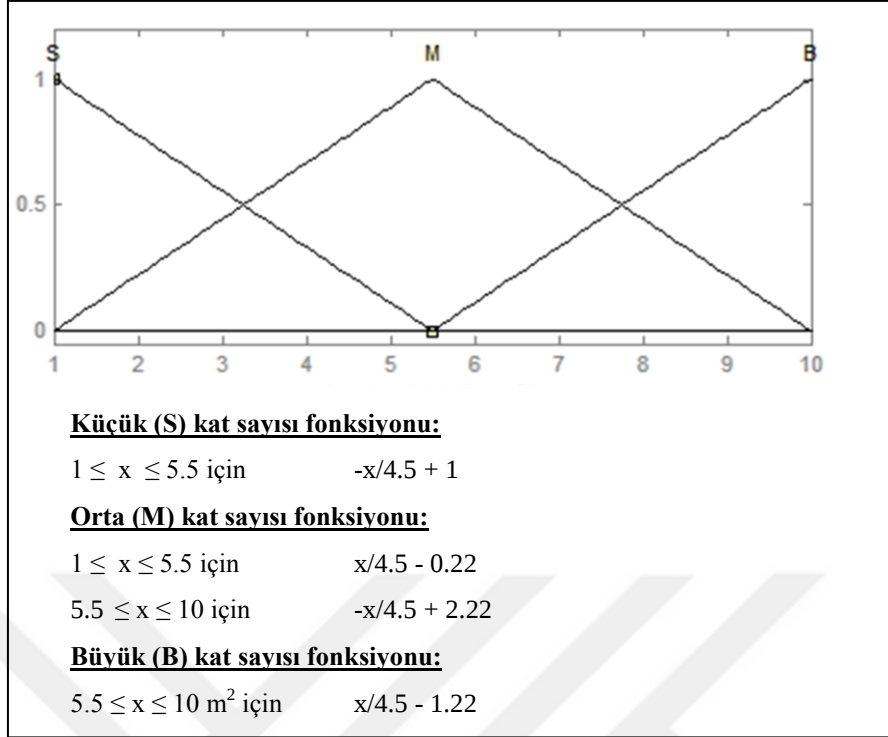


Şekil 4.2: Sugeno bulanık model hesaplamalarının akım grafiği.

Mevcut ısıtma ve soğutma sistem yüklerine ilişkin bulanık matematiksel modellerde, bina zemini alanı ve kat sayısı olmak üzere iki girdi kullanılmıştır. Her bir girdi küçük boyut (S), orta boyut (M) ve büyük boyut (B) olmak üzere üç türe ayrılmıştır ve bu türler farklı doğrusal üyelik fonksiyonlarına sahiptir (Şekil 4.3 ve 4.4).

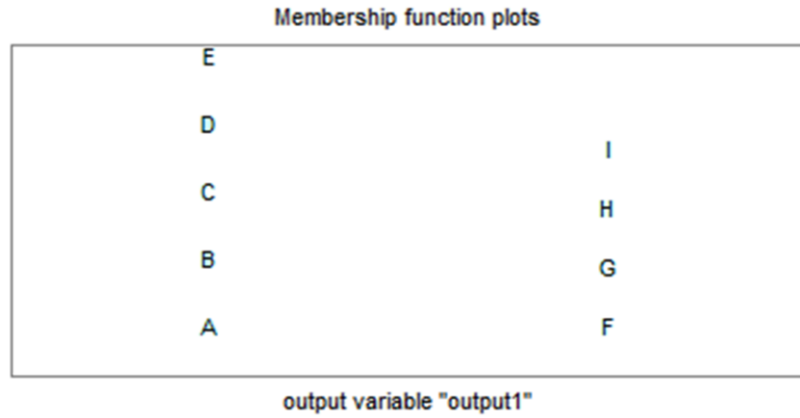


Şekil 4.3: Sugeno bulanık modelinde bina zemin alanı (girdi 1) üyelik fonksiyonları.



Şekil 4.4: Sugeno bulanık modelinde kat sayısı (girdi 2) üyelik fonksiyonları.

Sugeno matematiksel modelinde çıktı sıfır derece (sabit) olarak ele alınmıştır. Her bir çıktı modeli için dokuz sabit fonksiyon (Şekil 4.5) kullanılmıştır:



Şekil 4.5: Sugeno bulanık modelinde soğutma ya da ısıtma sistem yükleri (çıkıtı) üyelik fonksiyonları.

a) Beton blok duvarlı binaların soğutma yükü için üyelik fonksiyonları:

$$A = 42930$$

$$B = 97566.17661$$

$$C = 150532.1121$$

$$D = 228175.0446$$

$$E = 407268.3593$$

$$F = 469198.7696$$

$$G = 702361.7953$$

$$H = 825959.2542$$

$$I = 1231106.642$$

b) Boşluklu beton blok duvarlı binaların soğutma yükü için üyelik fonksiyonları:

$$A = 39574.47203$$

$$B = 94001.59516$$

$$C = 146863.5057$$

$$D = 222425.2072$$

$$E = 458168.9$$

$$F = 686490.59$$

$$G = 399490.56$$

$$H = 808299.8264$$

$$I = 1204298.384$$

c) Siporex blok duvarlı binaların soğutma yükü için üyelik fonksiyonları:

$$A = 32358.11$$

$$B = 82485.22$$

$$C = 131729.14$$

$$D = 164822.5$$

$$E = 399031.1$$

$$F = 628824.47$$

$$G = 293961.25$$

$$H = 707261.92$$

$$I = 1112799.172$$

d) Killi tuğla duvarlı binaların soğutma yükü için üyelik fonksiyonları:

$$A = 34899.74$$

$$B = 86653.9$$

$$C = 137413.15$$

$$D = 178095.6$$

$$E = 419579.8$$

$$F = 656124.1$$

$$G = 317554.18$$

$$H = 743197.6$$

$$I = 1160175.83$$

e) Beton blok duvarlı binaların ısıtma yükü için üyelik fonksiyonları:

$$A = 34337.74$$

$$B = 67680.12$$

$$C = 98097$$

$$D = 122214.11$$

$$E = 210588.57$$

$$F = 289363.9$$

$$G = 200556.65$$

$$H = 334741.67$$

$$I = 454365.42$$

f) Boşluklu beton blok duvarlı binaların ısıtma yükü için üyelik fonksiyonları:

$$A = 32217.3$$

$$B = 64257.44$$

$$C = 93493.7$$

$$D = 110862.76$$

$$E = 193970.72$$

$$F = 268003.21$$

$$G = 180412.152$$

$$H = 305928.27$$

$$I = 417743.2$$

g) Siporex blok duvarlı binaların ısıtma yükü için üyelik fonksiyonları:

$$A = 23734.82$$

$$B = 50732.01$$

$$C = 75647.36$$

$$D = 60691.82$$

$$E = 130638.5$$

$$F = 193980.6$$

$$G = 90821.54$$

$$H = 197397.8$$

$$I = 294089.4$$

h) Killi tuğla duvarlı binaların ısıtma yükü için üyelik fonksiyonları:

$$A = 28138.2$$

$$B = 57930.68$$

$$C = 85332.4$$

$$D = 84054$$

$$E = 165029.32$$

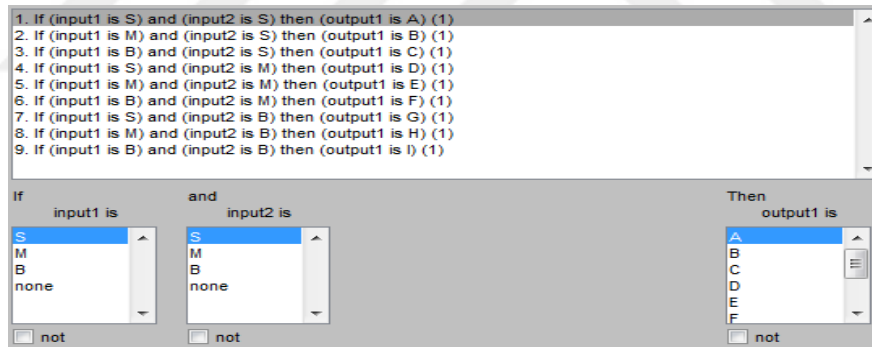
$$F = 238160.1$$

$$G = 132178.6$$

$$H = 256800.8$$

$$I = 369523.3$$

Mevcut çalışmada “ve” ilişkisine dayalı dokuz adet kural bulunmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Mevcut binaların soğutma ve ısıtma yüklerine ilişkin bulanık model kuralları.

Şekil 4.7 – 4.14’te görüldüğü üzere seçilen binaların soğutma ve ısıtma sistem yüklerini tahmin etmek amacıyla MATLAB’da bulanık mantık alet kutusu kullanılmıştır. Girdiler ve çıktı arasındaki tekil ilişki Şekil 4.15 – 4.22 arasında görülmektedir. Girdilerdeki artışlarla birlikte çıktıda bir artış gözlemlenmektedir, bu durum mevcut modellerde kullanılan modelleri doğrulamaktadır.

```

[System]
Name='fuzzy analysis_sug'
Type='sugeno'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=9
AndMethod='prod'
OrMethod='probor'
ImpMethod='prod'
AggMethod='sum'
DefuzzMethod='wtaver'
[Input1]
Name='input1'
Range=[150 642]
NumMFs=3
MF1='S': 'trapmf',[105.9 145.1 150 396]
MF2='M': 'trimf',[150 396 642]
MF3='B': 'trapmf',[396 642.4 700 750]
[Input2]
Name='input2'
Range=[1 10]
NumMFs=3
MF1='S': 'trapmf',[0.55 0.95 1 5.5]
MF2='M': 'trimf',[1 5.5 10]
MF3='B': 'trapmf',[5.5 10 11 12]
[Output1]
Name='output1'
Range=[0 1]
NumMFs=9
MF1='A': 'constant',[42930]
MF2='B': 'constant',[97566.17661]
MF3='C': 'constant',[150532.1121]
MF4='D': 'constant',[228175.0446]
MF5='E': 'constant',[469198.7696]
MF6='F': 'constant',[407268.3593]
MF7='G': 'constant',[702361.7953]
MF8='H': 'constant',[825959.2542]
MF9='I': 'constant',[1231106.642]
[Rules]
1 1, 1 (1) : 1
2 1, 2 (1) : 1
3 1, 3 (1) : 1
1 2, 4 (1) : 1
2 2, 5 (1) : 1
3 2, 6 (1) : 1
1 3, 7 (1) : 1
2 3, 8 (1) : 1
3 3, 9 (1) : 1

```

Şekil 4.7: Beton blok duvarlı binaların soğutma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.

```

[System]
Name='fuzzy analysis_sug_9_cooling_hollow'
Type='sugeno'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=9
AndMethod='prod'
OrMethod='probor'
ImpMethod='prod'
AggMethod='sum'
DefuzzMethod='wtaver'
[Input1]
Name='input1'
Range=[150 642]
NumMFs=3
MF1='S':'trapmf',[105.9 145.1 150 396]
MF2='M':'trimf',[150 396 642]
MF3='B':'trapmf',[396 642.4 700 750]
[Input2]
Name='input2'
Range=[1 10]
NumMFs=3
MF1='S':'trapmf',[0.55 0.95 1 5.5]
MF2='M':'trimf',[1 5.5 10]
MF3='B':'trapmf',[5.5 10 11 12]
[Output1]
Name='output1'
Range=[0 1]
NumMFs=9
MF1='A':'constant',[39574.47203]
MF2='B':'constant',[94001.59516]
MF3='C':'constant',[146863.5057]
MF4='D':'constant',[222425.2072]
MF5='E':'constant',[469198.7696]
MF6='F':'constant',[686490.59]
MF7='G':'constant',[399490.56]
MF8='H':'constant',[808299.8264]
MF9='T':'constant',[1204298.384]
[Rules]
1 1, 1 (1) : 1
2 1, 2 (1) : 1
3 1, 3 (1) : 1
1 2, 4 (1) : 1
2 2, 5 (1) : 1
3 2, 6 (1) : 1
1 3, 7 (1) : 1
2 3, 8 (1) : 1
3 3, 9 (1) : 1

```

Şekil 4.8: Boşluklu beton blok duvarlı binaların soğutma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.

```

[System]
Name='fuzzy analysis_sug_9_cooling_siporex'
Type='sugeno'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=9
AndMethod='prod'
OrMethod='probor'
ImpMethod='prod'
AggMethod='sum'
DefuzzMethod='wtaver'
[Input1]
Name='input1'
Range=[150 642]
NumMFs=3
MF1='S':'trapmf',[105.9 145.1 150 396]
MF2='M':'trimf',[150 396 642]
MF3='B':'trapmf',[396 642.4 700 750]
[Input2]
Name='input2'
Range=[1 10]
NumMFs=3
MF1='S':'trapmf',[0.55 0.95 1 5.5]
MF2='M':'trimf',[1 5.5 10]
MF3='B':'trapmf',[5.5 10 11 12]
[Output1]
Name='output1'
Range=[0 1]
NumMFs=9
MF1='A':'constant',[32358.11]
MF2='B':'constant',[82485.22]
MF3='C':'constant',[131729.14]
MF4='D':'constant',[164822.5]
MF5='E':'constant',[399031.1]
MF6='F':'constant',[628824.47]
MF7='G':'constant',[293961.25]
MF8='H':'constant',[707261.92]
MF9='I':'constant',[1112799.172]
[Rules]
1 1, 1 (1) : 1
2 1, 2 (1) : 1
3 1, 3 (1) : 1
1 2, 4 (1) : 1
2 2, 5 (1) : 1
3 2, 6 (1) : 1
1 3, 7 (1) : 1
2 3, 8 (1) : 1
3 3, 9 (1) : 1

```

Şekil 4.9: Siporex duvarlı binaların soğutma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.

```

[System]
Name='fuzzy analysis_sug_9_cooling_brick'
Type='sugeno'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=9
AndMethod='prod'
OrMethod='probor'
ImpMethod='prod'
AggMethod='sum'
DefuzzMethod='wtaver'
[Input1]
Name='input1'
Range=[150 642]
NumMFs=3
MF1='S': 'trapmf',[105.9 145.1 150 396]
MF2='M': 'trimf',[150 396 642]
MF3='B': 'trapmf',[396 642.4 700 750]
[Input2]
Name='input2'
Range=[1 10]
NumMFs=3
MF1='S': 'trapmf',[0.55 0.95 1 5.5]
MF2='M': 'trimf',[1 5.5 10]
MF3='B': 'trapmf',[5.5 10 11 12]
[Output1]
Name='output1'
Range=[0 1]
NumMFs=9
MF1='A': 'constant',[34899.74]
MF2='B': 'constant',[86653.9]
MF3='C': 'constant',[137413.15]
MF4='D': 'constant',[178095.6]
MF5='E': 'constant',[419579.8]
MF6='F': 'constant',[656124.1]
MF7='G': 'constant',[317554.18]
MF8='H': 'constant',[743197.6]
MF9='I': 'constant',[1160175.83]
[Rules]
1 1, 1 (1) : 1
2 1, 2 (1) : 1
3 1, 3 (1) : 1
1 2, 4 (1) : 1
2 2, 5 (1) : 1
3 2, 6 (1) : 1
1 3, 7 (1) : 1
2 3, 8 (1) : 1
3 3, 9 (1) : 1

```

Şekil 4.10: Kil tuğla duvarlı binaların soğutma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.

```

[System]
Name='fuzzy analysis_sug_9_solid_heating'
Type='sugeno'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=9
AndMethod='prod'
OrMethod='probor'
ImpMethod='prod'
AggMethod='sum'
DefuzzMethod='wtaver'
[Input1]
Name='input1'
Range=[150 642]
NumMFs=3
MF1='S':'trapmf',[105.9 145.1 150 396]
MF2='M':'trimf',[150 396 642]
MF3='B':'trapmf',[396 642.4 700 750]
[Input2]
Name='input2'
Range=[1 10]
NumMFs=3
MF1='S':'trapmf',[0.55 0.95 1 5.5]
MF2='M':'trimf',[1 5.5 10]
MF3='B':'trapmf',[5.5 10 11 12]
[Output1]
Name='output1'
Range=[0 1]
NumMFs=9
MF1='A':'constant',[34337.74]
MF2='B':'constant',[67680.12]
MF3='C':'constant',[98097]
MF4='D':'constant',[122214.11]
MF5='E':'constant',[210588.57]
MF6='F':'constant',[289363.9]
MF7='G':'constant',[200556.65]
MF8='H':'constant',[334741.67]
MF9='I':'constant',[454365.42]
[Rules]
1 1, 1 (1) : 1
2 1, 2 (1) : 1
3 1, 3 (1) : 1
1 2, 4 (1) : 1
2 2, 5 (1) : 1
3 2, 6 (1) : 1
1 3, 7 (1) : 1
2 3, 8 (1) : 1
3 3, 9 (1) : 1

```

Şekil 4.11: Beton blok duvarlı binaların ısıtma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.

```

[System]
Name='fuzzy analysis_sug_9_hollow_heating'
Type='sugeno'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=9
AndMethod='prod'
OrMethod='probor'
ImpMethod='prod'
AggMethod='sum'
DefuzzMethod='wtaver'
[Input1]
Name='input1'
Range=[150 642]
NumMFs=3
MF1='S': 'trapmf',[105.9 145.1 150 396]
MF2='M': 'trimf',[150 396 642]
MF3='B': 'trapmf',[396 642.4 700 750]
[Input2]
Name='input2'
Range=[1 10]
NumMFs=3
MF1='S': 'trapmf',[0.55 0.95 1 5.5]
MF2='M': 'trimf',[1 5.5 10]
MF3='B': 'trapmf',[5.5 10 11 12]
[Output1]
Name='output1'
Range=[0 1]
NumMFs=9
MF1='A': 'constant',[32217.3]
MF2='B': 'constant',[64257.44]
MF3='C': 'constant',[93493.7]
MF4='D': 'constant',[110862.76]
MF5='E': 'constant',[193970.72]
MF6='F': 'constant',[268003.21]
MF7='G': 'constant',[180412.152]
MF8='H': 'constant',[305928.27]
MF9='I': 'constant',[417743.2]
[Rules]
1 1, 1 (1) : 1
2 1, 2 (1) : 1
3 1, 3 (1) : 1
1 2, 4 (1) : 1
2 2, 5 (1) : 1
3 2, 6 (1) : 1
1 3, 7 (1) : 1
2 3, 8 (1) : 1
3 3, 9 (1) : 1

```

Şekil 4.12: Boşluklu beton blok duvarlı binaların ısıtma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.

```

[System]
Name='fuzzy analysis_sug_9_siporex_heating'
Type='sugeno'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=9
AndMethod='prod'
OrMethod='probor'
ImpMethod='prod'
AggMethod='sum'
DefuzzMethod='wtaver'
[Input1]
Name='input1'
Range=[150 642]
NumMFs=3
MF1='S': 'trapmf',[105.9 145.1 150 396]
MF2='M': 'trimf',[150 396 642]
MF3='B': 'trapmf',[396 642.4 700 750]
[Input2]
Name='input2'
Range=[1 10]
NumMFs=3
MF1='S': 'trapmf',[0.55 0.95 1 5.5]
MF2='M': 'trimf',[1 5.5 10]
MF3='B': 'trapmf',[5.5 10 11 12]
[Output1]
Name='output1'
Range=[0 1]
NumMFs=9
MF1='A': 'constant',[32217.3]
MF2='B': 'constant',[64257.44]
MF3='C': 'constant',[93493.7]
MF4='D': 'constant',[110862.76]
MF5='E': 'constant',[193970.72]
MF6='F': 'constant',[268003.21]
MF7='G': 'constant',[180412.152]
MF8='H': 'constant',[305928.27]
MF9='I': 'constant',[417743.2]
[Rules]
1 1, 1 (1) : 1
2 1, 2 (1) : 1
3 1, 3 (1) : 1
1 2, 4 (1) : 1
2 2, 5 (1) : 1
3 2, 6 (1) : 1
1 3, 7 (1) : 1
2 3, 8 (1) : 1
3 3, 9 (1) : 1

```

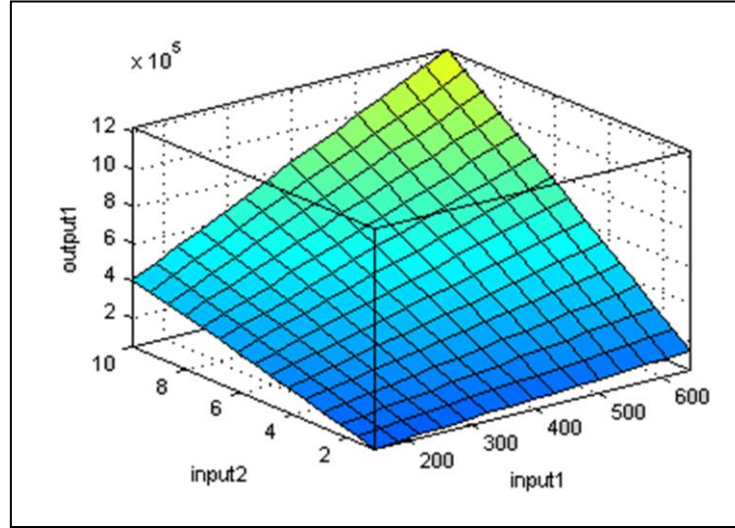
Şekil 4.13: Siporex duvarlı binaların ısıtma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.

```

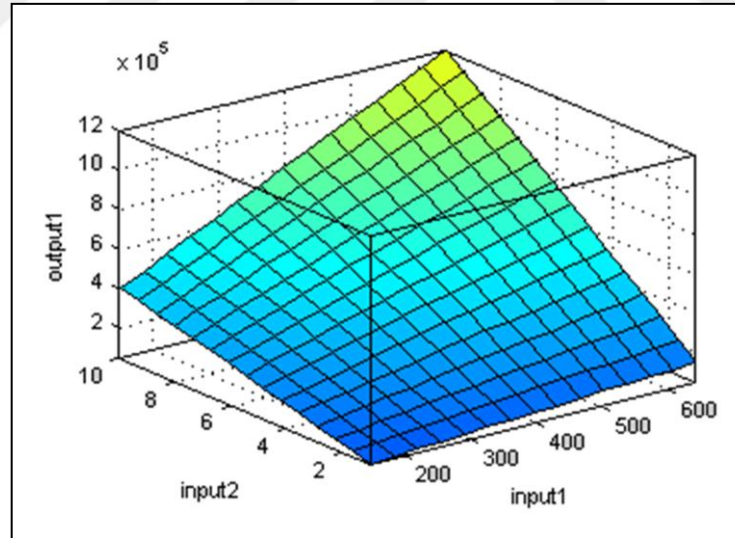
[System]
Name='fuzzy analysis_sug_9_brick_heating'
Type='sugeno'
Version=2.0
NumInputs=2
NumOutputs=1
NumRules=9
AndMethod='prod'
OrMethod='probor'
ImpMethod='prod'
AggMethod='sum'
DefuzzMethod='wtaver'
[Input1]
Name='input1'
Range=[150 642]
NumMFs=3
MF1='S':'trapmf',[105.9 145.1 150 396]
MF2='M':'trimf',[150 396 642]
MF3='B':'trapmf',[396 642.4 700 750]
[Input2]
Name='input2'
Range=[1 10]
NumMFs=3
MF1='S':'trapmf',[0.55 0.95 1 5.5]
MF2='M':'trimf',[1 5.5 10]
MF3='B':'trapmf',[5.5 10 11 12]
[Output1]
Name='output1'
Range=[0 1]
NumMFs=9
MF1='A':'constant',[28138.2]
MF2='B':'constant',[57930.68]
MF3='C':'constant',[85332.4]
MF4='D':'constant',[84054]
MF5='E':'constant',[165029.32]
MF6='F':'constant',[238160.1]
MF7='G':'constant',[132178.6]
MF8='H':'constant',[256800.8]
MF9='I':'constant',[369523.3]
[Rules]
1 1, 1 (1) : 1
2 1, 2 (1) : 1
3 1, 3 (1) : 1
1 2, 4 (1) : 1
2 2, 5 (1) : 1
3 2, 6 (1) : 1
1 3, 7 (1) : 1
2 3, 8 (1) : 1
3 3, 9 (1) : 1

```

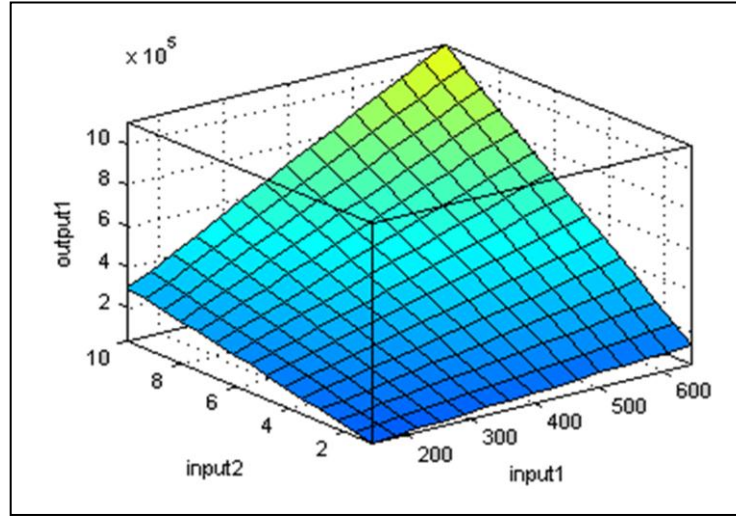
Şekil 4.14: Kil tuğla duvarlı binaların ısıtma yüklerinin hesaplanması için yazılan Fuzzy Toolbox kodu.



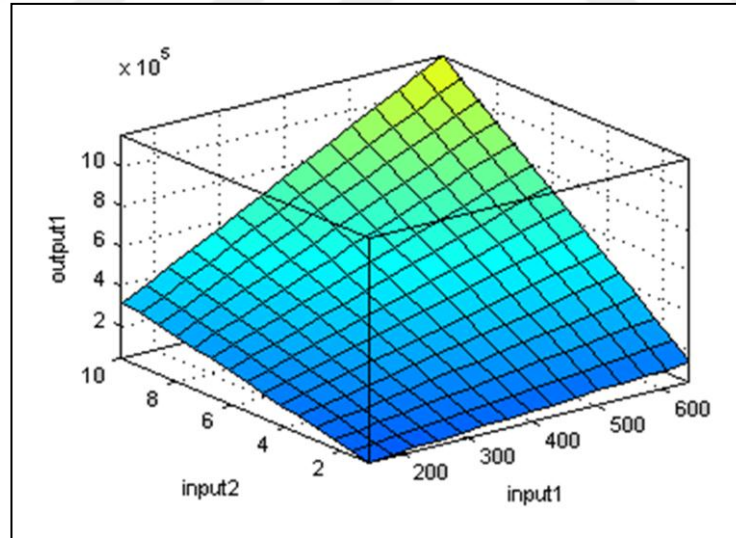
Şekil 4.15: Beton blok duvarlı binaların soğutma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki.



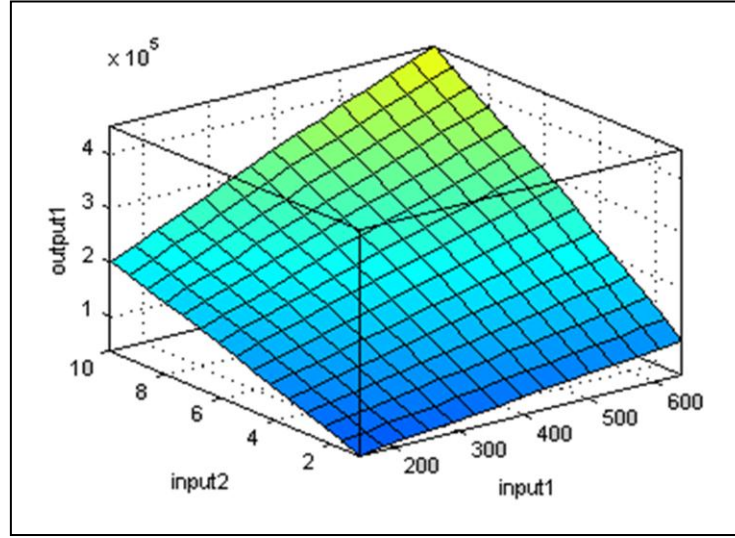
Şekil 4.16: Boşluklu beton blok duvarlı binaların soğutma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki.



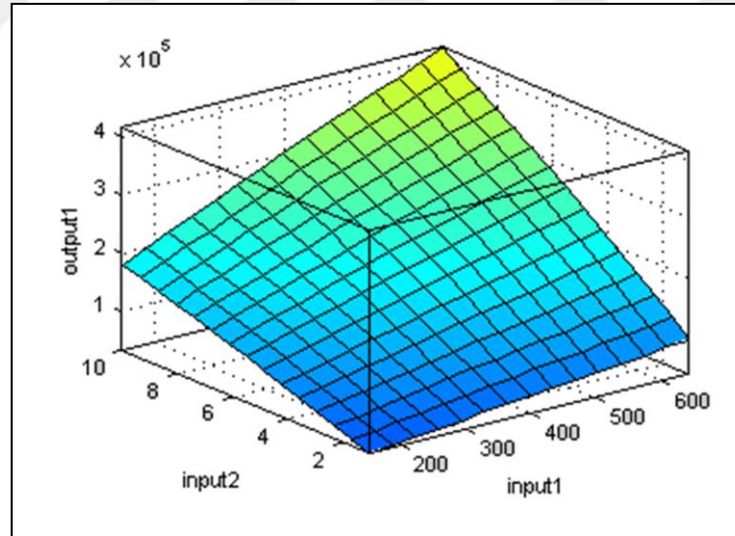
Şekil 4.17: Siporex blok duvarlı binaların soğutma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki.



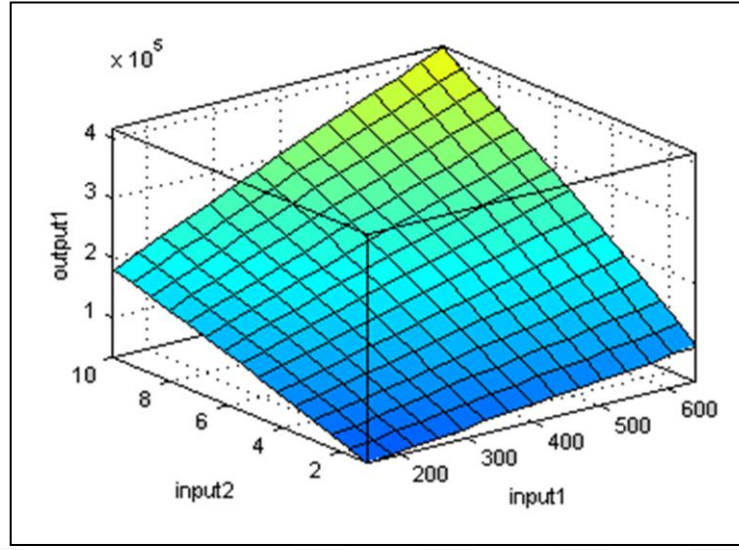
Şekil 4.18: Kil tuğla duvarlı binaların soğutma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki.



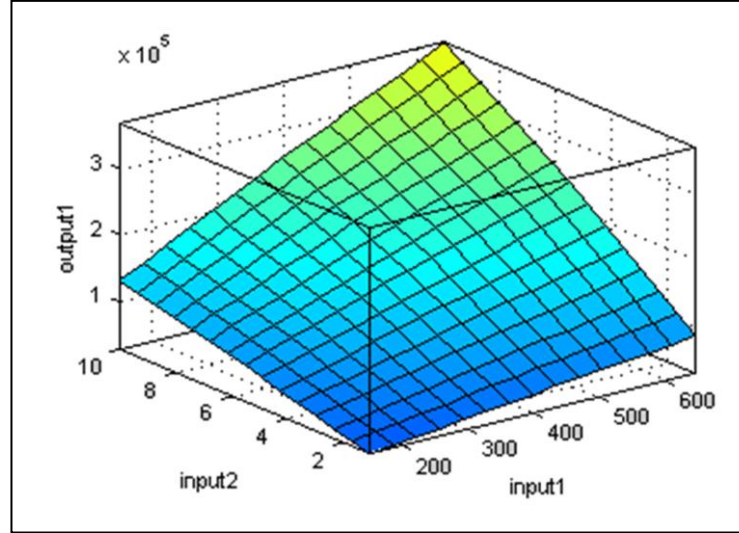
Şekil 4.19: Beton blok duvarlı binaların ısıtma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki.



Şekil 4.20: Boşluklu beton blok duvarlı binaların ısıtma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki.



Şekil 4.21: Siporex blok duvarlı binaların ısıtma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki.



Şekil 4.22: Killi tuğla duvarlı binaların ısıtma yüküne ait girdi ve çıktılar arasındaki ilişki.

Tablo 4.19 ve 4.20’de görüldüğü üzere Duhok şehrinde seçilen binaların ısıtma ve soğutma yüklerine dair çıktılar bulanık modeller ile W cinsinden hesaplanmıştır. Bu modellerin geçerlilikleri Tablo 4.21’de listelenen çıktıların ortalama karekök (RM) ve R2 değerlerinin hesaplanması ile kontrol edilmiştir. Üçüncü bölümde verilen iklimlendirme yüklerine ait bulanık model çıktıları ile analiz çıktıları arasındaki fark hesaplanmış ve tüm bulanık modellerin %85’ten daha büyük belirtme katsayısına sahip olduğu görülmüştür. Düzeltilmiş belirtme katsayısının bulanık modellerde uygulanabilir olmadığını da belirtmek gerekmektedir.

4.4 Önerilen Matematiksel Modellerin Karşılaştırılması

Seçilen çok katlı binalara ait soğutma ve ısıtma yüklerine ilişkin doğrusal, doğrusal olmayan ve bulanık matematiksel modellerden elde edilen çıktılar ile analitik çıktılar karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma SPSS Statistics 20 yazılımında histogramlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu diyagramdaki yatay eksen (apsis) model çıktısı ile analitik çıktının oranını gösterirken; dikey eksen (ordinat) ise x-değerinin frekansını temsil etmektedir. İyi x-ortalamaya sahip, uyumu en yüksek ve en düşük standart sapmaya sahip olan model en doğru seçim olarak değerlendirilmektedir. Mevcut çalışmada, her bir duvar tipine sahip on altı bina değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, ısıtma ve soğutma yüklerine dair doğrusal, doğrusal olmayan ve bulanık modeller ile 128 yük değeri belirlenmiştir. Mevcut histogramlara göre (Şekil 4.23-4.25), 1.0 ortalama ve 0.037 standart sapma değerlerine sahip olan doğrusal model en iyi model olarak tespit edilmiştir. Genel olarak, Duhok şehrindeki modern çok katlı binaların ısıtma ve soğutma yüklerinin tahmin edilmesinde önerilen modellerin makul olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 4.19: Duhok şehrinde seçilen binalara ait soğutma yükü (W).

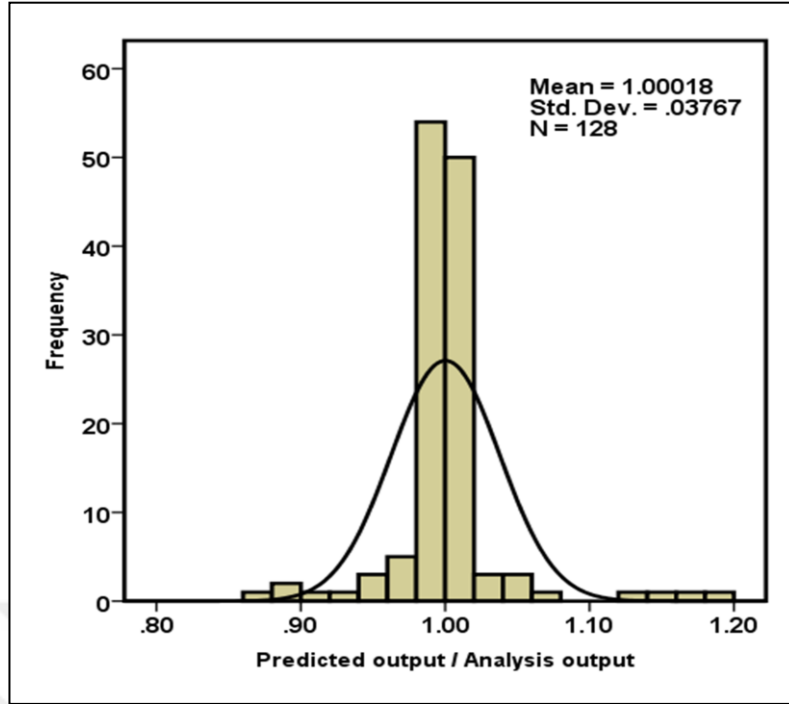
Bina No.	Beton Blok Duvar	Boşluklu Beton Blok Duvar	Siporex duvar	Killi Tuğla Duvar
1	151000	147000	132000	137000
2	273000	267000	242000	253000
3	396000	387000	353000	368000
4	518000	507000	463000	483000
5	641000	627000	574000	598000
6	761000	744000	683000	712000
7	879000	859000	790000	824000
8	996000	974000	898000	936000
9	1110000	1090000	1010000	1050000
10	1230000	1200000	1110000	1160000
11	58500	55100	46600	49600
12	111000	108000	87700	93400
13	164000	161000	129000	137000
14	217000	213000	170000	181000
15	42900	39600	32400	34900
16	84100	80200	61800	66700

Çizelge 4.20: Duhok şehrinde seçilen binalara ait ısıtma yükü (W).

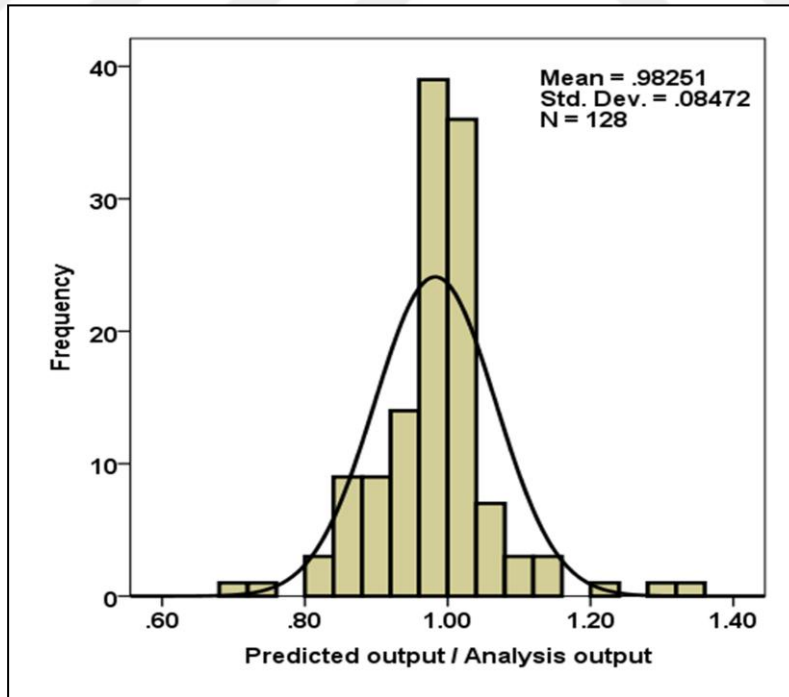
Bina No.	Beton Blok Duvar	Boşluklu Beton Blok Duvar	Siporex duvar	Killi Tuğla Duvar
1	98100	93500	75300	85300
2	141000	132000	102000	119000
3	183000	171000	128000	153000
4	226000	210000	154000	187000
5	268000	249000	180000	221000
6	308000	285000	205000	253000
7	344000	318000	227000	282000
8	381000	351000	249000	311000
9	418000	384000	271000	340000
10	454000	418000	294000	370000
11	43800	41300	31300	36600
12	66800	64000	42200	52300
13	89800	82700	53200	67900
14	113000	103000	64100	83600
15	34300	32200	23700	28100
16	53900	49700	31900	40600

Çizelge 4.21: Mevcut bulanık modellere ait belirtme katsayıları ve kök ortalama kare sapması.

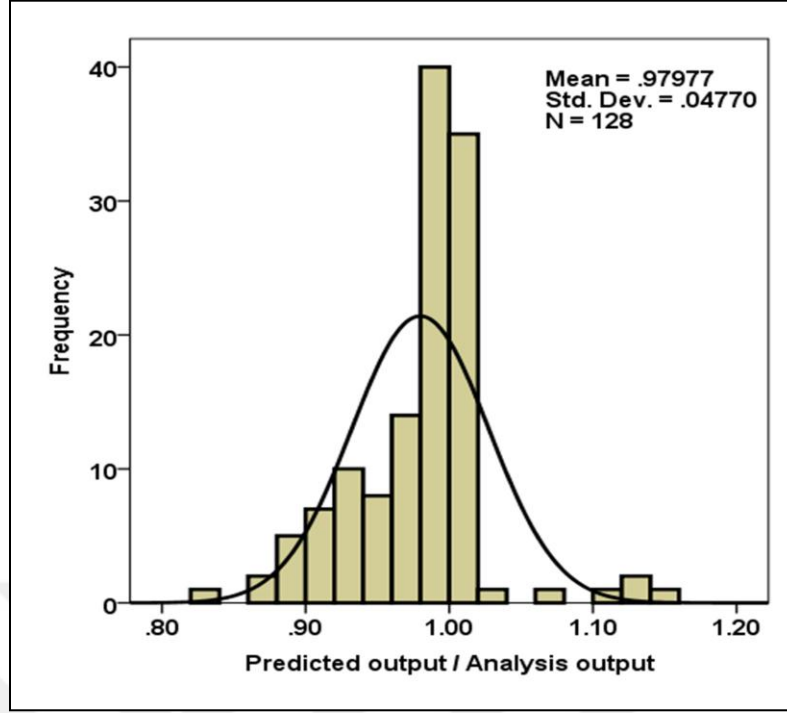
Kullanılan Bulanık Model	R^2	RM
Beton blok duvarlı binaların soğutma yükü için model	0.90550626	117075.6982
Boşluklu beton blok duvarlı binaların soğutma yükü için model	0.90659641	114325.8453
Siporex blok duvarlı binaların soğutma yükü için model	0.9127167	103392.3083
Killi tuğla duvarlı binaların soğutma yükü için model	0.91175573	107926.7575
Beton blok duvarlı binaların ısıtma yükü için model	0.861108	49805.7176
Boşluklu beton blok duvarlı binaların ısıtma yükü için model	0.859466	45959.5658
Siporex blok duvarlı binaların ısıtma yükü için model	0.858462	33178.8938
Killi tuğla duvarlı binaların ısıtma yükü için model	0.863499	40701.6926



Şekil 4.23: Doğrusal modellerle elde edilen tahmini yük çıktısı ile analitik çıktının oranına ait histogram.



Şekil 4.24: Doğrusal olmayan modellerle elde edilen tahmini yük çıktısı ile analitik çıktının oranına ait histogram.



Şekil 4.25: Bulanık modellerle elde edilen tahmini yük çıktısı ile analitik çıktının oranına ait histogram.

5. SONUÇLAR

Bu araştırma Duhok'taki modern binaların iklimlendirme sistemlerinin ısıtma ve soğutma yüklerini tahmin etmek amacıyla makul matematiksel bir model önerisi getirmektedir. Mevcut modellemede, duvar malzemesi çeşitleri, bina alanı ve bina kat sayısı gibi çeşitli parametreler dikkate alınmıştır. Çalışmada doğrusal, doğrusal olmayan ve bulanık olmak üzere üç adet model formüle edilmiştir. Doğrusal ve doğrusal olmayan modellerin oluşturulmasında regresyon analizi kullanılmıştır. Bu denklemlerin geçerliliği belirtme katsayısı, kök ortalama kare sapması ve tahmini ve analitik çıktıların oranının istatistiksel olarak hesaplanması ile doğrulanmıştır.

Yapılan matematiksel modelleme çalışmasından şu çıkarımlar yapılabilir:

1. Mevcut doğrusal olmayan regresyon modelleri, Duhok Şehrindeki ısıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanmasında, özellikle siporexli binalarda soğutma yükünün öngörülmesi için geçerlidir; buradaki modellemelerde korelasyon katsayısı yüksek ve ortalama sapmaların karekökleri yetince küçük bulunmuş ve modellemeler doğrulanmıştır.
2. Önerilen matematiksel modellerin Duhok şehrindeki binaların iklimlendirme sistemlerinin ısıtma ve soğutma yüklerinin tahmin edilmesinde %85'in üzerinde yüksek belirtme katsayıları ile geçerli modeller oldukları görülmüştür.
- 3- İklimlendirme sistemleri için mevcut modeller içerisinde en iyi tercihin doğrusal modeller olduğu ortaya çıkmıştır. Korelasyon katsayıları en büyük siporex duvarlı binalar için elde edilmiş olup en az hatalı yaklaşımlar bu tür binalar için gerçekleşir.
- 4- Mevcut Akaike bilgi kriteri, Irak Duhok Şehrindeki binaların ısıtma ve soğutma yüklerini tahmin etmek için mevcut doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon modellerinde kullanılan parametrelerin aynı etkisinin gözlemlendiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, önerilen matematik modellerdeki parametrelerin sayısı, mevcut çalışmada kullanılan regresyon analizinin tipi üzerinde belirgin bir etkiye sahip değildir.

5- Mevcut bulanık mantık modelinde giriş parametrelerinin çoklu doğrusal fonksiyon (örn. bina alanı ve kat sayısı) ve çıktıların sabit fonksiyon (ör. ısıtma veya soğutma yükü) seçilmesi mevcut binaların ısıtma ve iklimlendirme yüklerini bulmak için en iyi seçimdir.

6- Bulanık mantık modeli, siporex duvarlı binalarda soğutma yüklerinin hesaplanmasında, ortaya çıkan en küçük hata ve korelasyon katsayısının yüksek olması nedeniyle daha uygundur.

7- Regresyon analiz modelleri, yükleme hesaplarında bulanık mantık modellerinden daha uygundur.



KAYNAKLAR

- [1] Kreider J. F., Curtiss P. S. ve Rabl A., 2010. Heating and cooling of buildings: design for efficiency, Taylor & Francis Group, LLC.
- [2] Butti K. ve Perlin J. A Golden Thread. Cheshire Books, Palo Alto, Calif. A., 1980. Condensed version can be found in chap. 1 of J. F. Kreider and F. Kreith, eds., Solar Energy Handbook, McGraw-Hill, New York.
- [3] Joudi Kh. A. ve Al-Badree A. S., 2005. Comparison of cooling load calculation methods by TFM, CLTD & TETD with experimental measurements. Al-Fatih Journal, 24.
- [4] Chaowen H. ve Dong W., 2015. Prediction on hourly cooling load of buildings based on neural networks, International Journal of Smart Home, 9, 2, 35-52.
- [5] Wu X. T., 2012. Considerations in energy efficient design of HVAC systems. HV&AC, 7, 42, 1-11.
- [6] Scotton F., 2012, Modeling and identification for HVAC systems. Master's Degree Project, KTH Electrical Engineering, Stockholm, Sweden.
- [7] American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers 2009. Ashrae Handbook-Fundamentals (SI), USA.
- [8] Ministry of Construction & Housing, 2012. Iraq. Iraq Blog for Air-conditioning.
- [9] Joudi Kh. A., 1996. Principles of air-conditioning and refrigeration, 2nd Edition. University of Basrah,
- [10] Chou J.-Sh. ve Bui D.-Kh, 2014. Modeling heating and cooling loads by artificial intelligence for energy-efficient building design. Energy and Buildings 82, 437-446.
- [11] Dong B., Cao C. ve Lee S. E., 2005. Applying support vector machines to predict building energy consumption in tropical region, Energy and Buildings 37 (5) 545-553.

- [12] Li Q., Meng Q., Cai J., Yoshino H. ve Mochida A.,2009. Applying support vector machine to predict hourly cooling load in the building, *Applied Energy* 86 (10), 2249–2256.
- [13] Li Q., Meng Q., Cai J., Yoshino H. ve A. Mochida, 2009. Predicting hourly cooling load in the building: a comparison of support vector machine and different artificial neural networks, *Energy Conversion and Management* 50,(1), 90–96.
- [14] Jain R. K., Smith K. M., Culligan P. J. ve Taylor J. E.,2014. Forecasting energy consumption of multi-family residential buildings using support vector regression: investigating the impact of temporal and spatial monitoring granularity on performance accuracy, *Applied Energy* 123 (0) ,168–178.
- [15] Catalina T., Iordache V. ve Caracaleanu B. 2013.Multiple regression model for fast prediction of the heating energy demand, *Energy and Buildings* 57 (0) ,302–312.
- [16] Catalina T., Virgone J. ve Blanco E., 2008. Development and validation of regression models to predict monthly heating demand for residential buildings. *Energy Build*; 40:1825-1832.
- [17] Hui S. C. M. A randomised approach to multiple regression analysis of building energy simulation, in: BS 1997 – 5th Int. IBPSA Conference, Prague, Czech Republic, 1997.
- [18] Lam J. C., Wan K. K. W. ve Liu D., 2010. Tsang C. L. Multiple regression models for energy use in air-conditioned office buildings in different climates, *Energy Conversion and Management* 51 (12), 2692–2697.
- [19] Korolija I., Zhang Y., Marjanovic-Halburd L. ve Hanby V.I.,2013. Regression models for predicting UK office building energy consumption from heating and cooling demands, *Energy and Buildings* 59 (0) , 214–227.
- [20] Puchkal V., Jurmanov B. 2013. Stochastic model of the thermal regime and heat consumption of residential buildings for heating, *World Applied Sciences Journal* 23 (Problems of Architecture and Construction): 191-196.
- [21] Yiu J. Ch.-M. ve Wang Sh., 2007. Multiple ARMAX modeling scheme for forecasting air conditioning system performance. *Energy Conversion and Management* 48, 2276–2285.
- [22] Wu S. ve Sun J.-Q., 2012. A physics-based linear parametric model of room temperature in office buildings. *Building and Environment* 50 ,1-9.

- [23] Al-Shallawi S. Kh. H. Using mathematical models for system of air-conditioning of building in Mosul city, 2004. Mater Degree Thesis, University of Mosul, Iraq.
- [24] Li K., H Su. ve Chu J., 2011. Forecasting building energy consumption using neural networks and hybrid neuro-fuzzy system: a comparative study, *Energy and Buildings* 43 (10) 2893–2899.
- [25] Dexter AL, Benouarets M., 1996. A generic approach to identifying faults in HVAC plants. *ASHRAE Trans*; 102 (1):550–6.
- [26] Ngo D ve Dexter AL. 1999. A robust model-based approach to diagnosing faults in air-handling units. *ASHRAE Trans* ;100 (1):1078–86.
- [27] Rezeka S F., Attia A.-H. ve Saleh A. M., 2015. Management of air-conditioning systems in residential buildings by using fuzzy logic. *Alexandria Engineering Journal* 54, 91–98.
- [28] Huang G., Wang S. ve Xu X., 2009. A robust model predictive control strategy for improving the control performance of air-conditioning systems, *Energy Conversion and Management*. 50, 2650–2658.
- [29] Lopez L., Sanchez F., Hagrais H. ve Callaghan V., 2004. An evolutionary algorithm for the off-line data driven generation of fuzzy controllers for intelligent buildings, in: *Systems, Man and Cybernetics, 2004 IEEE International Conference*, 1, 42–47.
- [30] Fraisse G., Virgone J. ve Roux J. J., 1997. Thermal comfort of discontinuously occupied building using a classical and a fuzzy logic approach, *Energy and Buildings* 26,303–316.
- [31] Kolokotsa D., Saridakis G., Pouliezios A. ve Stavrakakis G. S., 2006. Design and installation of an advanced EIB fuzzy indoor comfort controller using matlab, *Energy Build.* 38, 084–1092.
- [32] Costa H. R. N., La Neve A., 2015. Study on application of a neuro-fuzzy models in air conditioning systems. *Soft Computing* 19:929–937.
- [33] Xu J, Zhou J-J., 2012. The intelligent control of the central air conditioning. *International Conference on Computer Science and Information Processing. CSIP, IEEE*.
- [34] Costa H. R. N. 1997. Implementation of a fuzzy control simulator for optimization of energy consumption in air conditioning systems. Thesis,

Department of Electrical Engineering. Faculty of Industrial Engineering, FCA, Brazil.

- [35] Jones W. P. 2005. Air Conditioning Engineering, Fifth Edition. Elsevier Butterworth-Heinemann.
- [36] Yousif Kh. Y. 2009. Production of new lightweight concrete with studying of its mechanical and thermal properties. Iraqi Journal of Civil Engineering, Vol. 1, No. 6,.
- [37] Ministry of Planning, Republic of Iraq. Technical Specifications for Civil Work. Vol. 1.
- [38] Graybill F. A. ve Iyer H. K. 1994. Regression analysis: concepts and applications. Belmont, CA: Duxbury Press.
- [39] Al-Abadi M. M. Y. 2011. Using information of population in estimating parameters of multiple regression models based on quantile regression with application. Iraqi Journal for Statistical Sciences, 19, 233-248.
- [40] Chatterjee S. ve Hadi A. S. 2006. Regression Analysis by Example. Fourth Edition. John Wiley & Sons. Vol. 1.
- [41] Freedman D. A. 2009. Statistical Models Theory and Practice. Cambridge, New York.
- [42] De Andrade Souza L., Carneiro P. L. S., Malhado C. H. M., E Silva F. F. ve Da Silveira F. G., 2013. Traditional and alternative nonlinear models for estimating the growth of Morada Nova sheep. R. Bras. Zootec. 42, 9, Viçosa Sept.
- [43] Burnham K. P., 2004. Anderson D. R. Multimodel inference: Understanding AIC and BIC in model selection. Sociological Methods Research, 33, 261
- [44] Akaike H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE transactions on Automatic Control, 19, p.716723.
- [45] Al-Tae F. A., 2009. Smoothing and prediction for time series using transformation with application. Second Scientific Conference of Mathematics, Statistics and Informatics, University of Mosul, 6-7 Dec, Mosul, Iraq.
- [46] Mamdani E. H. ve Assilian S. 1975..An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. International Journal of Man Machine Studies, 7, 1, 113.
- [47] Sugeno M. 1985. Industrial applications of fuzzy control, Elsevier Science Pub. Co.
- [48] MathWorks, 2016. MATLAB: Fuzzy logic toolbox, User's Guide.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Neven Eoarsh Zaya ODISHO

Doğum Tarihi ve Yeri : 26.04.1986 / MOSUL

E-posta adresi : nevenzaya@yahoo.com

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Duhok Üniversitesi Matematik Bölümü, 2010

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi Matematik Anabilim Dalı, 2017