



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ŞEHİRSEL SU SARFIYATINA ETKİ EDEN
DEĞİŞKENLERİN KONYA İLİNE AİT BAZI
MAHALLELER ÜZERİNDE İNCELENMESİ

OMIDULLAH ZEİN EBAD

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Ağustos-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Omidullah ZEIN EBAD tarafından hazırlanan “**ŞEHİRSEL SU SARFIYATINA ETKİ EDEN DEĞİŞKENLERİN KONYA İLİNE AİT BAZI MAHALLELER ÜZERİNDE İNCELENMESİ**” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Şerife Yurdagül KUMCU

Üye

Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Volkan YILMAZ

İmza

.....

.....

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Yakup KARA
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Omidullah ZEIN EBAD

Tarih: 21.10.2020

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

ŞEHİRSEL SU SARFIYATINA ETKİ EDEN DEĞİŞKENLERİN KONYA İLİNE AİT BAZI MAHALLELER ÜZERİNDE İNCELENMESİ

Omidullah ZEIN EBAD

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doktor Öğretim Üyesi Volkan YILMAZ

2020, 84 Sayfa

Jüri

**Doç. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU
Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ
Dr. Öğr. Üyesi Volkan YILMAZ**

Su talebi günümüzde, kentsel alanda içme, bahçe sulama, yangın kontrolü, temizlik ve endüstriyel kullanım için ihtiyaç duyulan su miktarı olarak tanımlanabilir. Su talepleri oldukça değişken olup, şehir büyüklüğü, nüfus özellikleri, iklim ve doğa şartları, ekonomik faktörler, gelişmişlik düzeyi gibi faktörlerden oldukça etkilenmektedir. Ayrıca insanların su kullanım davranışlarının da su tüketimi üzerinde büyük bir etkisi vardır.

Bilindiği gibi gün geçtikçe endüstriyel büyüme, nüfus artışı, teknolojinin ilerlemesi ve yaşam standartlarının yükselmesinden dolayı suyun önemi ve tüketim miktarı artmaktadır. Su kaynaklarının sınırlı olmasından dolayı su sistemlerinin tasarımı ve planlanması ve su talebinin tahmini daha dikkatli bir şekilde yapılmalı ve su kaynakları daha verimli bir şekilde kullanılmalıdır. Bunun için su talebine etki eden faktörlerin incelenmesi oldukça önemlidir. Mevcut çalışmada öncelikle su tüketimine etki eden faktörler hakkında daha önce literatürde yapılmış olan çalışmalar incelenmiş ve ardından Konya iline ait farklı özelliklere sahip olan dört farklı mahalle üzerinde Faktör Analizi, Çok Değişkenli Lineer Regresyon yöntemi ve Yapay Sinir Ağları yöntemleri kullanılarak meteorolojik verilerin birim su sarfiyatı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Sonuç olarak iklim faktörlerinin Saraçoğlu Mahallesi için etkili olduğu, Lalebahçe ve Gödene Mahalleleri için kabul edilebilir düzeyde ve Yazır Mahallesi'nde su tüketimine etkisinin olmadığı görülmüştür. Bir genelleme yapılacak olursa mevcut mahallelerin birim su sarfiyatının tahmini için iklim dışında diğer faktörlerin araştırılması gerektiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Çoklu Regresyon Analizi, Faktör Analizi, Su, Su Talebi, Su Talep Tahmini, Yapay Sinir Ağları

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF VARIABLES THAT AFFECT THE URBAN WATER CONSUMPTION OVER SOME DISTRICTS OF KONYA CITY

Omidullah ZEIN EBAD

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Civil Engineering**

Advisor: Assist. Prof. Dr. Volkan YILMAZ

2020, 84 Pages

Jury

**Assoc. Prof. Dr. Şerife Yurdağül KUMCU
Assoc. Prof. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ
Assist. Prof. Dr. Volkan YILMAZ**

Nowadays water demand can be defined as the amount of water needed for drinking, garden irrigation, fire control, cleaning and industrial use in urban areas. Water demands are highly variable and are affected by factors such as city size, population characteristics, climate and natural conditions, economic factors, and development level. In addition, water use behavior of people also has a large impact on water consumption.

As it is known, the importance of water and the amount of water consumption are increasing day by day due to industrial growth, population growth, technology advancement and living standards. As a consequence of the limited water resources, the design and planning of water systems and the estimation of water demand should be made more carefully and the water resources should be used more efficiently. For this reason, it is very important to examine the factors affecting water demand. In the present study, firstly, the studies on the factors affecting water consumption have been investigated in the literature and then Factor Analysis, Multivariate Linear Regression and Artificial Neural Networks methods have been used on four different neighborhoods with different characteristics of Konya to find the effect of climatic factors on unit water consumption.

As a result, it was observed that climate factors were effective for Saraçoğlu Neighborhood, acceptable for Lalebahçe and Gödene Neighborhoods and for Yazır Neighborhood had no effect on water consumption. If a generalization is made, it can be said that other factors other than climate should be investigated for estimation of unit water consumption of existing neighborhoods.

Keywords: Artificial Neural Networks, Factor Analysis, Multiple Regression Analysis, Water, Water Demand, Water Demand Forecasting

ÖNSÖZ

Çalışma konusunun belirlenmesinde ve çalışmanın hazırlanmasında bilgi birikimi ve tecrübesiyle bana yol gösteren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Volkan YILMAZ başta olmak üzere, yardımları için sayın Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ hocama ve su sarfıyatı verilerinin teminini sağlayan Konya Büyükşehir Belediyesi personeline teşekkürlerimi arz ederim.

Omidullah ZEIN EBAD
KONYA-2020



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Materyal	7
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Çoklu regresyon analizi	16
3.2.2. Faktör analizi	18
3.2.3. Yapay sinir ağları.....	21
3.2.4. Performans ölçümleri.....	23
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Çoklu Regresyon Analizi	25
4.1.1. Su sarfiyat değerlerinin elde edilmesi.....	25
4.1.2. Lalebahçe mahallesi çoklu regresyon analizi	29
4.1.3. Saraçoğlu mahallesi çoklu regresyon analizi.....	36
4.1.4. Gödene mahallesi çoklu regresyon analizi	42
4.1.5. Yazır mahallesi çoklu regresyon analizi	48
4.2. Faktör Analizi	55
4.2.1. Lalebahçe mahallesi için faktör analizi sonuçları	55
4.2.2. Saraçoğlu mahallesi için faktör analizi sonuçları	58
4.2.3. Gödene mahallesi faktör analizi	60
4.2.4. Yazır mahallesi için faktör analizi sonuçları	63
4.3. Yapay Sinir Ağları	66
4.3.1. Lalebahçe mahallesi için YSA uygulaması	67
4.3.2. Saraçoğlu mahallesi için YSA uygulaması.....	70
4.3.3. Gödene mahallesi için YSA uygulaması	73
4.3.4. Yazır mahallesi için YSA uygulaması.....	76
4.3.5. Çoklu regresyon ile YSA analizlerin sonuçların kıyaslanması	79
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	81
5.1 Sonuçlar	81
5.2. Öneriler	81
KAYNAKLAR	82

ÖZGEÇMİŞ	84
----------------	----



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Y	:	Bağımlı değişken
X	:	Bağımsız değişken
β_0	:	X=0 olduğunda Y bağımlı değişkenin alacağı değer ya başka deyişle kesim noktası.
β_1	:	Regresyon katsayısı
ε	:	Hata terimi (ortalaması=0 ve varyansı $=\sigma^2$ dir)
$\hat{Y}$	:	tahmin edilen bağımlı değişken
$\bar{Y}$	:	gerçek değerlerin ortalaması
n	:	verilerin sayısı
k	:	modelde kullanılan bağımsız değişkenlerin sayısı

Kısaltmalar

KMO	:	Kayser-Meyer-olkin
SPSS	:	Statistical Package for the Social Sciences
KOSKİ	:	Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi
gpcd	:	gallons per capita per day
LPCD	:	Litres per Capita per Day
USBM	:	Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Mantık
hPa	:	hektopaskal
OMGİ	:	Otomatik Gözlem İstasyonu
Std	:	Standart
MSE	:	Hata kareler ortalaması (Mean Squared Error)
RMSE	:	Hata kareler ortalamasının karekökü (Root Mean Squared Error)
MAE	:	Hatanın mutlak ortalaması (Mean Absolute Error)
MAPE	:	Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percentage Error)
ÇRA	:	Çoklu regresyon analizi

1. GİRİŞ

Su tartışmasız dünya üzerinde yaşamın ve canlılığın devamını sağlayan en önemli maddelerden birisidir. En küçük mikroorganizmadan en büyük canlıya kadar bütün yaşam formları hayatlarını devam ettirebilmek için suya gereksinim duyarlar. Bunun yanında yeryüzündeki bütün ticari, sosyal ve ekonomik faaliyetlerin devamı için de su ihtiyaç duyulan en önemli maddedir. Dünya üzerinde tarımın devam edebilmesinde, endüstride ve şehirleşmede sürekli suya ihtiyaç duyulmuş ve tarihin en eski dönemlerinde bile kadim medeniyetler genellikle büyük akarsuların yakınında kurulmuştur.

Günümüzde toplam su miktarının 1,4 milyar km³ olduğu kabul edilmektedir. Bu miktarın %97.5'i okyanuslarda ve denizlerde tuzlu su halinde, %2.5'i ise nehir ve göllerde tatlı su halinde bulunmaktadır. Elimizdeki tatlı su kaynaklarının ise %90'ı kutuplarda ve yeraltında bulunmaktadır (Anonim, 2015). Bunun yanında dünya nüfusu da giderek artmaktadır. 18. yüzyılın son çeyreğinde, sanayi devrimi başlangıcında 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2.5 milyar, 2005 sonunda yaklaşık olarak 6.5 milyar (Akın ve Akın, 2007) ve 2020'de 7.8 milyara ulaşmıştır (Anonymous, 2020). Giderek artan dünya nüfusuyla beraber yükselen şehirleşme oranı, sanayileşme ve bunların sebep olduğu çevresel kirlilik, zaten sınırlı olan su kaynaklarını daha da önemli bir konuma getirmektedir.

Su, kaynağından toplanıp tüketicilere ulaştırılana kadar bir dizi süreçten geçer. Öncelikle yeraltı veya yer üstü kaynaklardan toplandıktan sonra su iletim hatları yardımıyla belirli rezervuarlarda toplanır ve su dağıtım şebekeleri yardımıyla son kullanıcıya ulaştırılır. Bu aşamalar tasarlanırken her bir tüketicinin belirli bir zaman diliminde ihtiyaç duyduğu su miktarı olan birim sarfiyat değerleri kullanılır. Bu değerler yardımıyla suyun iletilmesi gereken bölge için gerekli olan su miktarı belirlenmiş olur. Belirlenen ihtiyaç debilerine göre bütün su iletim, biriktirme ve dağıtım sistemleri tasarlanır ve bu doğrultuda inşa edildikten sonra kullanıcıların hizmetine sunulur. Dolayısıyla bütün sistemin tasarımı esasında kullanıcıların birim su tüketimi ekseninde şekillenmektedir. Diğer taraftan mevcut su iletim, biriktirme ve dağıtım sistemlerinin oldukça yüksek maliyet değerlerine sahip oldukları da düşünüldüğünde birim sarfiyatların önemi daha da net bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Gereksiz bir şekilde fazla olan bir birim sarfiyat değeriyle gerçekleştirilmiş olan bir projenin, olması gerekenden çok daha fazla bir suyu kullanıcıya ileteceği ve gereksiz yere çok yüksek bir maliyet

değeri üreteceği açıktır. Bunun yanında olduğundan daha az miktarda belirlenmiş bir birim sarfiyat değeri kullanılarak elde edilen bir sistem, ilgili bölgenin ihtiyacına cevap veremeyecek ve ilave tasarımların oluşmasına sebep olacaktır. Bu sebeplerden dolayı gerçeğe en yakın birim sarfiyat değerleri elimizdeki kaynakların optimum kullanımını sağlayan en önemli parametrelerden birisidir.

Bu doğrultuda suya ihtiyaç duyan her bir aşamanın, ihtiyaç duyduğu su miktarının net bir şekilde belirlenmesi su kaynaklarının optimum kullanımı adına oldukça gerekli bir mühendislik hizmetidir. İhtiyaç duyulan su miktarı aslında bölgeye ait birçok parametrenin bir fonksiyonu halindedir. En başta bölgenin meteorolojik özellikleri ve nüfusu olmak üzere, bölgenin gelişmişlik düzeyi, ekonomik özellikleri ve hatta bölgedeki insan davranışlarını etkileyen kültürel değişkenler bile birim su tüketim değerlerini etkileyebilmektedir. Bu ve bu şekilde su tüketimine etki eden birçok parametreden bahsedilebilir. Bu parametrelerden nüfus ve iklim elemanları gibi bazı değişkenlerin su tüketimi üzerinde daha fazla etkili olduğu ve örnek olarak kültürel elemanların diğerlerinde kıyasla daha az etkili olduğu söylenebilir. Dolayısıyla birim su tüketimine etki eden birçok parametre varken bunların ne derecede ve ne oranda etki ettiği konusu son yıllarda bazı araştırmalara konu olmuştur. Yapılan çalışmalarda oldukça fazla sayıda değişken kullanılarak farklı yöntemlerle hangi parametrelerin su tüketimini ne kadar etkilediği araştırılmış ve halende araştırılmaktadır.

Mevcut çalışmada Konya iline ait farklı özelliklere sahip olan 4 farklı mahalle üzerinde Faktör Analizi, Çok Değişkenli Lineer Regresyon yöntemi ve Yapay Sinir Ağları yöntemleri kullanılarak meteorolojik verilerin birim su sarfiyatı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Şehirsel su sarfiyatına etki eden faktörlerin belirlenmesi ve su ihtiyacının tahmini ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalara bakıldığında farklı yöntemlerin kullanılmış ve farklı faktör gruplarının incelenmiş olduğu görülmektedir. Genel olarak dört ana yöntemin kullanıldığı söylenebilir. Bunlar: zaman seriler analizi, regresyon analizi, yapay zekâ teknikleri ve hibrid yaklaşımlardır. Bu yapılan çalışmalardan bazıları hakkında özet bilgiler aşağıda verilmiştir.

Fırat ve ark. (2008), yapmış oldukları çalışmada Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Mantık (USBM) yönteminin aylık su tüketimi tahmininde uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Bunun için toplam 108 adet veri toplanarak eğitim ve test olarak iki gruba ayrılmıştır. İki farklı tipte modeller kurulmuş, eğitilerek sonuçları gözlem sonuçları ile karşılaştırılmış ve performansları değerlendirilmiştir.

Sonuçlar, USBM yönteminin su tüketimi tahmininde başarılı ve etkili bir şekilde uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca, elde edilen sonuçlar ışığında, İzmir bölgesi için en uygun modelde kullanılan aylık su faturası, aylık ortalama sıcaklık ve nüfus değişkenlerinin tek tek zamana bağlı regresyonundan gelecekteki değerleri tahmin edilip, daha sonra bu değerlerin modele konulması ile gelecek su tüketimi için tahmin gerçekleştirilebileceğini öne sürmüşlerdir.

Malla ve Gopalakrishnan (1997), yapmış oldukları çalışmada çok üniteli konut sakinlerinin Honolulu ilçesindeki önemli su tüketicileri olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmada çok üniteli konutlarda su kullanımını faktörlerin ne kadar etkilediği araştırılmıştır. Kullanılan faktörler; su fiyatı, ünitelerin sayısı ve halk geliri olarak ifade edilebilir. İlgili çalışmada genelleştirilmiş en küçük kareler yöntemi ve regresyon formülleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada su fiyatının arttırılmasıyla su tüketiminin ne kadar azalacağını tahmini gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda gelirden %1'lik bir artışın, su kullanımının % 1.016 artmasına sebep olduğu görülmüştür. Bunun yanında yağış miktarında %1'lik bir artışın su kullanımında %0.033' lük bir azalmaya sebep olduğu, su fiyatının %1 artmasının ise su kullanımının %0.024 düşmesine sebep olduğu görülmüştür. Sonuç olarak su fiyatını yükselterek daha düşük su kullanımı sağlama olasılığının çok üniteli konutlarda mümkün olduğu ifade edilmiştir.

Dandy ve ark. (1997), yapmış oldukları çalışmada su tüketiminin büyük oranda suyun fiyatıyla doğrudan alakalı olduğunu öne sürmüşlerdir. Avustralya'da yapılmış olan bu çalışmada fiyat, gelir, sosyal ekonomik ve fiziksel değişkenler parametre olarak

kullanılmıştır. Sonuç olarak su fiyatında yapılan %10' luk bir artışın su tüketiminde %8' lik bir azalma meydana getirdiği ifade edilmiştir. Diğer taraftan konut fiyatlarının ve ev büyüklüğünün de ihtiyaç duyulan suya bir etkisinin olduğu ifade edilmiştir.

Liu ve ark. (2003), Çin'in Weinan şehrindeki kentsel alanların su tüketiminin tahmininde yapay sinir ağları yönteminin en başarılı yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir. Kurulan modelde girişler; su kalitesi, suyun fiyatı, hane halkının nüfusu ve hane halkının geliridir. Su fiyatı ve hane halkının geliri bu yöntemlerde kullanılan en yaygın değişkenlerdir. Sonuçta korelasyon katsayısının %90'dan büyük olduğu görülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda su fiyatı ile su tüketimi arasında doğrusal bir ilişki olduğu ifade edilmiştir. Su fiyatı 0.8 Japon Yeni (Y) /m³ iken su tüketimi 138.5 L/kişi/gün'dür. Su fiyatı sırasıyla 1.0, 1.2 ve 1.5 Y/m³'e artırıldığında su tüketimi sırayla 135.5, 133.3, 131.71 L/kişi/gün olmuştur.

Jain ve ark. (2001), Kanpur Teknoloji Enstitüsünde kısa zamanlı su tahmini için yapay sinir ağlarına ait yeni teknikler araştırılmıştır. İlgili çalışmada sosyoekonomik faktörler ve iklim faktörleri kullanılmıştır. Aynı zamanda regresyon analizi ve zaman seriler analizi de kıyas yapmak için kullanılmıştır. Toplam 6 farklı yapay sinir ağı modeli, 5 regresyon modeli ve 2 zaman serisi modeli geliştirilmiş ve kıyaslanmıştır. En başarılı yapay sinir ağı modelinin hatasının % 2.41 olduğu ifade edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda nüfus, gelir, su fiyatı ve ev karakterlerinin uzun zamanlı tahmin için önemli olduğu, buna karşın iklim faktörlerinin kısa zamanlı ve sezonluk su ihtiyacı için daha önemli olduğu ifade edilmiştir.

Foster ve Beattie (1979), yapmış oldukları çalışmada Amerika'nın güney batı bölgesinin su tüketiminin tahmini için bir model geliştirmiş ve model için en küçük kareler yöntemini kullanmışlardır. Hipotez olarak Amerika' da kişi başına düşen su ihtiyacının bölgeden bölgeye değişmediği ve şehrin büyüklüğüne bağlı olmadığı farz edilmiştir. Çalışmada kullanılan faktörler; su fiyatı, gelir, yağış ve şehirlerin büyüklüğü olarak ifade edilmiştir. Çalışma sonucunda kurulan hipotezin tersine, kişi başına düşen su ihtiyacının bölgeden bölgeye değişmediği fakat şehirlerin büyüklüğünün su ihtiyacını etkilediği görülmüştür. Bunun yanında yağış miktarı ve su fiyatının negatif olarak, gelir ve kişi sayısının ise pozitif olarak su tüketimini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Maidment ve Parzen (1984), yapmış oldukları çalışmada Texas'ın altı şehrinin su tüketim verileri üzerinde zaman serisi analizi yapmışlardır. Kullanılan faktörler; nüfus, bağlantı sayıları, ev halkı geliri ve su fiyatıdır. Yapılan çalışmada nüfusun en

etkili ve önemli faktör olduğu ifade edilmiştir. Yağmurun ise yüksek yerlerde olan üç şehirde su tüketimine büyük oranda etkisinin olduğu ifade edilmiştir.

Gutzler ve Nims (2005), yapmış oldukları çalışmada New Mexico'nun Albuquerque bölgesinin su tüketim verileri üzerinde basit regresyon analizi uygulamışlardır. Albuquerque'nin su ihtiyacının nüfusa ve sezon değişimine açık olduğu ve uzun vadeli bir eğilim göstermekte olduğu görülmüştür.

Khatri ve Vairavamoorthy (2009), yapmış oldukları çalışmada gelecekteki su ihtiyacının tahmini için nüfus, iklim değişikliği ve ekonomik büyüme faktörlerinin etkisini incelemişlerdir. İlgili çalışma İngiltere'nin 2035' teki su ihtiyacının tahmini için yapılmıştır.

Ruth ve ark. (2007), Yeni Zelanda'nın Hamilton şehrine yoğunlaşarak bir dizi nüfus ve iklim özellikleri için olası su kullanımı ve alt yapı ihtiyaçlarını araştırmışlardır. Su talebindeki değişikliklerin büyük ölçüde nüfustaki değişimlerden kaynaklandığını ve iklimdeki değişikliklerden önemli ölçüde etkilenmediği görülmüştür. Bununla birlikte, nüfus arttıkça iklim değişikliklerinin kişi başına düşen su ihtiyacına etkisinin artıyor olduğu yine ulaşılan sonuçlardan birisidir.

Agthe ve Billings (1987), hane halkı gelir düzeyleri ile konut su kullanımı arasındaki ilişkilerin incelenmesi için, Arizona'daki bireysel anket verilerini aynı hane halkları için aylık su kullanım verileriyle birleştirmişlerdir. Amaçları fiyat değişiklikleriyle hane halkının su kullanımını bir politika altında kontrol edilebilmesidir. Her gelir seviyesi için ayrı modeller kurulmuştur.

Bougadis ve ark. (2005), yapmış oldukları çalışmada kısa zamanlı su tahmini için regresyon, zaman serileri ve yapay sinir ağı modellerini kullanmışlardır. Aynı zamanda iklimsel faktörler (yağış ve sıcaklık) önemle araştırılmıştır. Kanada Ottawa kentinin su tüketim verileri üzerinde araştırma yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak yapay sinir ağı tekniğinin tahmin doğruluğu ve dikkati açısından regresyon ve zaman serileri yöntemlerini önemli ölçüde geride bıraktığı sonucuna varılmıştır.

Schneider ve Whitlatch (1991), yapmış oldukları çalışmada su talebi esnekliği altı kullanıcı kategorisi için tahmin edilmektedir ki bunlar: konut, ticari, sanayi, hükümet, okul ve toplam tüketimlerdir. Her bir kullanıcı kategorisi için genelleştirilmiş en küçük kareler ve doğrusal regresyon modelleri türetilmiştir. Analizde kullanılan ve test edilen faktörler; su fiyatı, kişi başına düşen gelir, kullanıcı hesabı başına yerleşik nüfus, konut bileşimi ve yaz yağışlarıdır.

Akuoko-Asibey ve ark. (1993), yapmış oldukları çalışmada Calgary Şehri için iklim faktörlerinin birim su sarfiyatına etkisi araştırılmıştır. 1982 ile 1989 yılları arasındaki haftalık birim su sarfiyat verileri kullanılmıştır.

Gedefaw ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada su tahmini için gereken değişkenlerin seçimi için kullanılan çoklu regresyon yöntemleri Gondar şehri için araştırılmıştır. En uygun çoklu regresyon yöntemi olarak ana bileşenler analizi seçilmiştir.

Oyebode ve Ighravwe (2019), yaptıkları çalışmada su tahmini için yapay sinir ağıları, çoklu regresyon analizi ve destek vektör makineleri ile kurulmuş modelleri birbiriyle kıyaslamışlardır. Yapay sinir ağlarının en uygun sonuçları ürettiği görülmüştür.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Mevcut çalışmada Faktör Analizi, Çoklu Lineer Regresyon ve Yapay Sinir Ağları yöntemleri kullanılarak Konya iline ait değişik karakteristiklere sahip dört farklı mahallenin 2007-2017 yılları arası aylık su tüketim değerleri ile aynı dönem içinde ölçülmüş olan 13 farklı meteorolojik değişken kullanılarak meteorolojik değişkenlerin birim su tüketimi üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak daha önce ifade edildiği gibi Konya iline ait farklı özelliklere sahip olan 4 farklı mahalle tercih edilmiştir. Bu mahalleler Saraçoğlu, Lalebahçe, Gödene ve Yazır mahalleridir. Bu mahallelere ait su sarfiyat verileri Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi'nden (KOSKİ) alınmıştır. Bu mahallelere ait bazı karakteristikler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Bu şekilde sosyoekonomik değişkenlerin ve mahalle karakteristiklerinin su sarfiyatı üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi de çalışmanın bir diğer amacıdır.

Çizelge 3.1. Mevcut çalışmada kullanılacak çalışma alanları

Mahalle adı	Bağlı Olduğu İlçe	2018 Nüfusu	Bina karakteristikleri	Sosyo-Ekonomik Seviye
Saraçoğlu	Karatay	6.725	Az katlı	Düşük
Lalebahçe	Meram	6.150	Az katlı	Yüksek
Gödene	Meram	14.214	Çok katlı	Düşük
Yazır	Selçuklu	61.483	Çok katlı	Yüksek

Çalışmada kullanılan meteorolojik veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü 17245 numaralı Konya Bölge istasyonundan elde edilmiş olan 2007-2017 yılları arası aylık verilerdir. Çalışmada kullanılan 13 adet meteorolojik parametre aşağıda verilmiştir;

- Aylık Maksimum Aktüel Basınç(hPa) (X_1)
- Aylık Maksimum Nispi Nem(%) (X_2)
- Aylık Maksimum Sıcaklık($^{\circ}$ C) (X_3)
- Aylık Maksimum Yağış(OMGİ)(X_4)
- Aylık Minimum Aktüel Basınç(hPa) (X_5)
- Aylık Minimum Nispi Nem(%) (X_6)
- Aylık Minimum Sıcaklık($^{\circ}$ C) (X_7)
- Aylık Ortalama Aktüel Basınç(hPa) (X_8)

- Aylık Ortalama Nispi Nem(%) (X_9)
- Aylık Ortalama Rüzgâr Hızı($m\div sn$) (X_{10})
- Aylık Ortalama Sıcaklık($^{\circ}C$) (X_{11})
- Aylık Ortalama Subuharı Basıncı(hPa) (X_{12})
- Aylık Toplam Yağış(OMGİ)(X_{13})

2011-2017'ye ait Meteorolojik verilerin istatistiksel özellikleri çizelge 3.2'de verilmiştir.

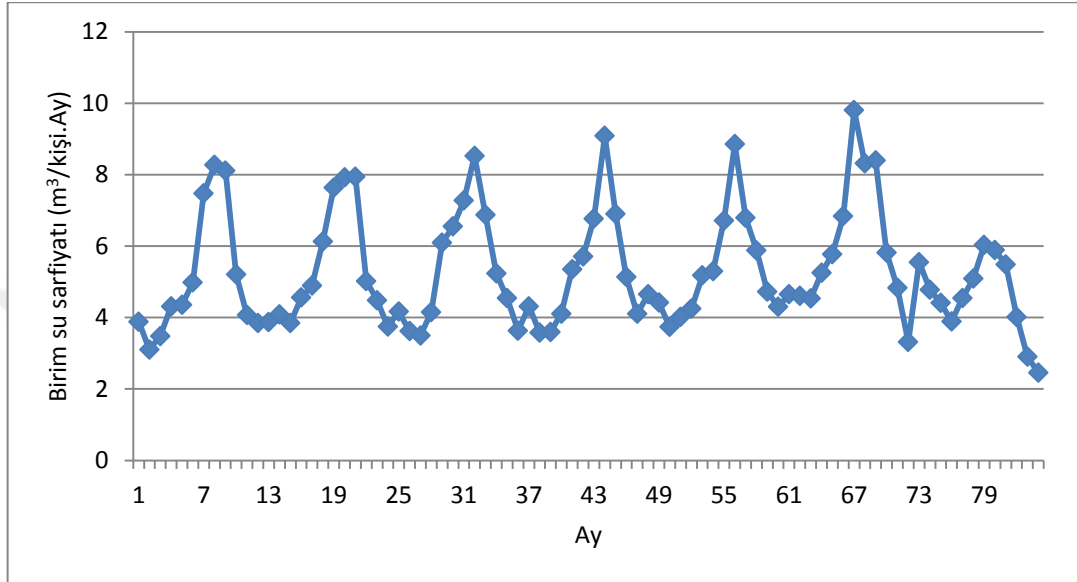
Çizelge 3.2. Meteorolojik verilerin istatistiksel özellikleri

Meteorolojik verilerin istatistiksel özellikleri			
Değişkenler	Maksimum	Minimum	Ortalama
Aylık Maksimum Aktüel Basınç (hPa)	916.700	900.500	907.175
Aylık Maksimum Nispi Nem (%)	100.000	62.000	93.833
Aylık Maksimum Sıcaklık ($^{\circ}C$)	40.100	9.100	25.998
Aylık Maksimum Yağış ($mm=kg\div m^2$)_ OMGİ	46.600	0.000	12.657
Aylık Minimum Aktüel Basınç (hPa)İ	897.300	877.300	889.313
Aylık Minimum Nispi Nem (%)	37.000	1.000	13.976
Aylık Minimum Sıcaklık ($^{\circ}C$)	17.600	-16.600	2.698
Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	908.500	895.100	899.300
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	83.100	27.400	54.267
Aylık Ortalama Rüzgar Hızı ($m\div sn$)	1.900	0.900	1.310
Aylık Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}C$)	26.600	-2.600	13.217
Aylık Ortalama Subuharı Basıncı hPa	12.500	4.000	7.711
Aylık Toplam Yağış ($mm=kg\div m^2$) OMGİ	114.200	0.000	30.394

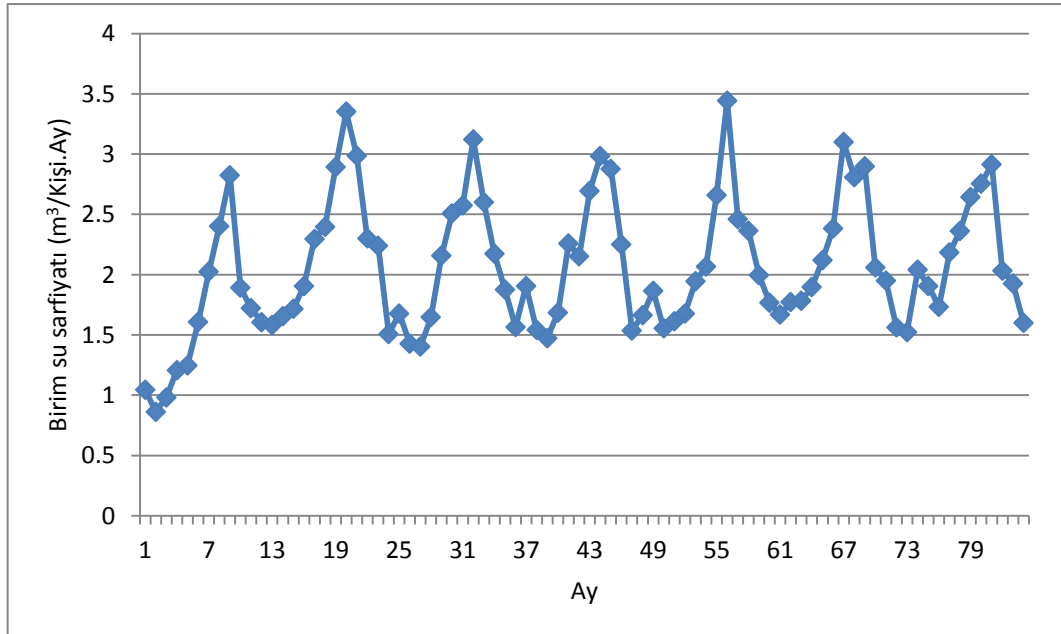
Çalışmada tercih edilen mahallelerdeki karakteristikler bir bakımdan birbirine benzer olsa da başka bir bakımdan birbirinden farklıdır. Örnek olarak Yazır ve Gödene mahalleleri incelendiğinde her iki mahalle de belirli bir alanda yoğunlaşmış nüfus yapısının görülebileceği yerleşim yerleridir. Fakat her iki mahalle arasında sosyoekonomik seviyelerde ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Yazır mahallesi genel olarak orta ve yüksek gelir grubuna ait insanların yaşadığı bir mahalle iken Gödene Mahallesi Yazır mahallesine kıyasla daha dar ve orta gelirli insanların yaşadığı bir mahalledir. Benzer farklılıklar Saraçoğlu ve Lalebahçe mahalleleri arasında da görülmektedir. Bu iki mahalle de az katlı ve yoğun olmayan yerleşimler olmalarına karşılık sosyoekonomik farklılıklar bu iki mahalle içinde geçerlidir. Lalebahçe

mahallesi Saraçoğlu mahallesine kıyasla daha yüksek sosyoekonomik özelliklere sahip insanları barındırmaktadır.

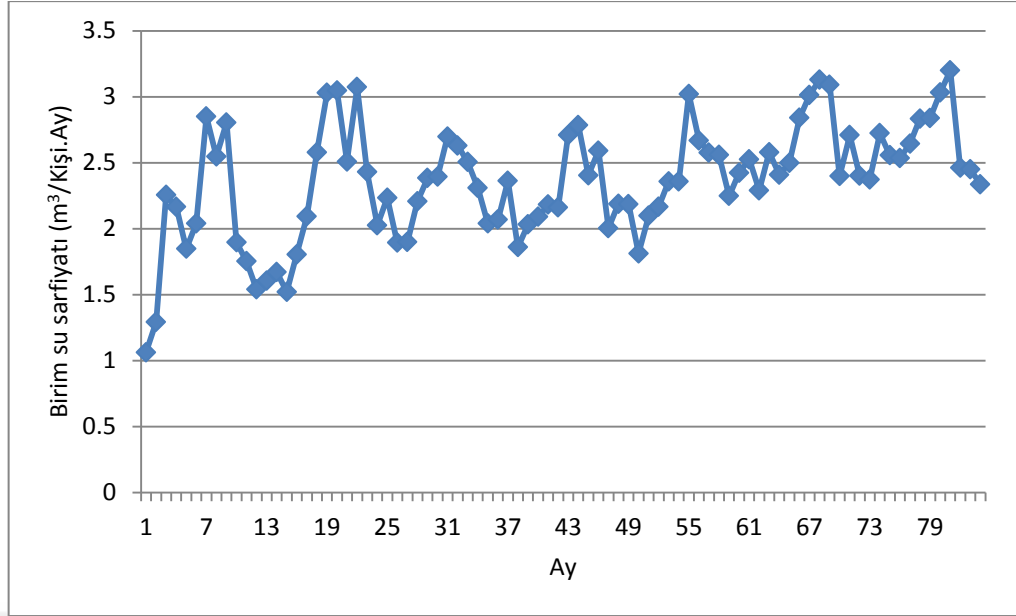
Saraçoğlu, Lalebahçe, Gödene ve Yazır mahallelerine ait birim su sarfiyatları Şekil 3.1-3.4'te verilmiştir.



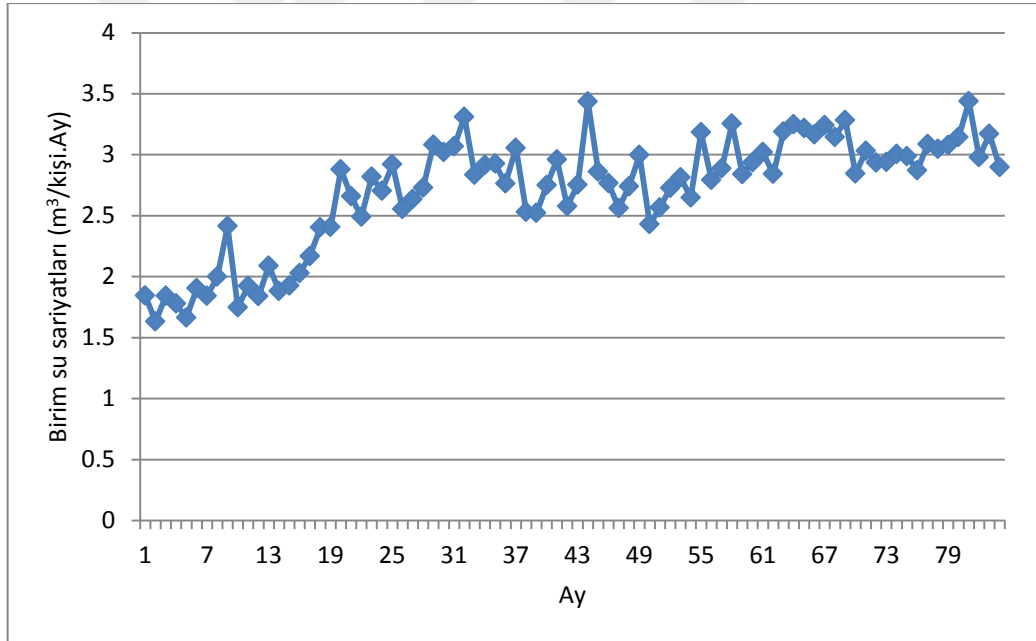
Şekil 3.1. Lalebahçe mahallesi için birim su sarfiyatının zamanla değişimi



Şekil 3.2. Saraçoğlu mahallesi için birim su sarfiyatının zamanla değişimi



Şekil 3.3. Gödene mahallesi için birim su sarfiyatının zamanla değişimi



Şekil 3.4. Yazır mahallesi için birim su sarfiyatının zamanla değişimi

Grafikler incelendiğinde genel olarak belli aralıklarda su tüketimi yükselip azalmaktadır. Özellikle Saraçoğlu ve Lalebahçe mahalleleri için söylenebilir. Grafikten toplam 7 aralık görülmektedir; bunlar 7 yıla denk gelmektedir. Gödene mahallesi de bu değişim görülmektedir. Analizden önce de bu değişimin büyük ihtimalle bazı iklim faktörleriyle alakalı olması düşünülebilir. Yazır mahallesine gelince diğerlerinden farklı görülmektedir. Özellikle yükselişler, azalışlar bu mahalle için düzensizdir.

İncelenen dört mahallenin Konya şehrindeki konumları Şekil 3.5'te verilmiştir. Görüldüğü gibi mahalleler şehirdeki değişik konumlarda yer almaktadır.



Şekil 3.5. İncelenen mahallelerin konumları

Saraçoğlu, Lalebahçe, Gödene ve Yazır mahallelerine ait uydu görüntüleri ve sokak görselleri Şekil 3.6-3.13'te verilmiştir.



Şekil 3.6. Saraçoğlu mahallesine ait uydu görüntüsü



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.7. Saraçoğlu mahallesine ait bazı sokak görselleri



Şekil 3.10. Gödene mahallesine ait uydu görüntüsü



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.11. Gödene mahallesine ait bazı sokak görselleri



Şekil 3.12.Yazır mahallesine ait uydu görüntüsü



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.13.Yazır Mahallesine ait bazı sokak görselleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Çoklu regresyon analizi

Regresyon analizi kapsamında bağımlı değişken ile birlikte birden fazla bağımsız değişken bulunuyorsa yapılan analize çoklu regresyon analizi denilir. Bazen tek değişkenli regresyon analizinde kullanılan bağımsız değişken, bağımlı değişken ile ilişkisi olup açıklama gücü yada başka bir deyişle determinasyon katsayısı R^2 (bağımlı değişkendeki değişimin % kaçının X_1 ve X_2 bağımsız değişkenleri tarafından açıklandığını belirtir) küçük olabilir ve model daha iyi bir tahmin için başka bağımsız değişkenlere ihtiyaç duyabilir. Bu yüzden var olan modeli güçlendirmek için yeni bağımsız değişkenler ilave edilebilir. $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ modeline yeni x bağımsız değişkenler dâhil edilir. Yalnız modelde kullanılan bağımsız değişkenler arasında güçlü ve sıkı ilişkiler olmamalıdır. Örnek olarak X_1 ile X_2 arasında yüksek bir korelasyon mevcut ise sadece X_1 kullanıldığında elde edilen determinasyon katsayısı (R^2) ile iki değişkenli modeldeki R^2 arasında pek bir fark olmayacaktır ve birbirlerine yakın sonuç vereceklerdir. Bu yüzden model için bağımsız değişkenleri seçerken kendi aralarında kuvvetli ilişkisi olmayanlar seçilir (Ünver ve ark., 2013).

Teorik olarak Y bağımlı değişkenin açıklaması için sonsuz bağımsız değişken vardır. Yalnız, pratikte, 1, 2, bazen 3 bağımsız değişken Y bağımlı değişkenin büyük bir kısmını açıklar. Bu durumda Serpme diyagramı (regresyon diyagramı), bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi açıklamak amacı ile kullanılır. Olası sebep/sonuç ilişkilerini araştırmaya yardımcı olur. Bir serpme diyagramının yatay eksen X bağımsız değişkenlerin aldığı değerleri, düşey eksen ise Y bağımlı değişkenin karşılığında aldığı değerleri gösterir. Basit regresyon analizinde bir tane bağımsız değişken olduğu için serpme diyagramı bir düzlemde oluşur ve uygun model kolayca seçilir. Yalnız iki veya daha fazla bağımsız değişken varken gözlem değerlerine karşılık gelen noktalar bir düzlemde olmayıp bir hacmin içinde olduğundan model seçimi kolay değildir. n tane bağımsız değişkenin var olduğu regresyon modeli Denklem 3.1’de verilmiştir (Ünver ve ark., 2013).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (3.1)$$

Bu denklemde Y bağımlı değişken, $X_1, X_2, \dots, X_n$ bağımsız değişkenler ve $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ bilinmeyen parametreleridir. Aynı zamanda denklemdeki ε ise hata

terimidir. Örnek olarak eğer iki bağımsız değişkeni varsa doğrusal regresyon modeli Denklem 3.2. gibi olacaktır.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \quad (3.2)$$

Denklemdaki β_0 , β_1 ve β_2 bilinmeyen parametrelerdir bu sebeple b_0 , b_1 ve b_2 tahmin edilen parametreleri hacimli rastgele örnek verisi ile yine en küçük kareler yöntemi ile bulunur ve doğrusal regresyon modeli tahmin edilir (Ünver ve ark., 2013). Denklem 3.3'te $\hat{Y}$ 'ye (tahmin edilen bağımlı değişken) ait denklem verilmiştir.

$$\hat{Y} = b + b_1 X_1 + b_2 X_2 \quad (3.3)$$

3.2.1.1. Çoklu Regresyon SPSS Metotları

Çoklu regresyon analizi yapmak için tezde kullanılan SPSS programı, İngilizce açılımı Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı) olan ve çeşitli araştırmacılar tarafından karmaşık istatistiksel veri analizi için kullanılan bir programdır. Sosyal bilimler verilerinin yönetimi ve istatistiksel analizi için SPSS paket programı oluşturulmuştur (Yurdunu Seven, 2017).

SPSS'te analiz yaparken çoklu regresyon için iki metot kullanılmıştır ki bunlar Enter ve Stepwise metotlardır. Enter mevcut olan tüm bağımsız değişkenlerin modele eklendiği regresyon analizidir. Stepwise metodunda ise modelin şekillendirilmesi için bağımlı değişkenin anlamlı ve manidar olan bağımsız değişkenleri alınır. Seçimler en yüksek korelasyondan en düşüğe doğru yapılır. Bağımsız değişkenleri modele dahil ederken 2 tane birbiriyle çok bağlantılı değişkenden sadece birini modelde tutar, bu yüzden çoklu doğrusal bağlantı sorununu çözer (Işık, 2006).

3.2.1.2. SPSS 'teki ilgili terimlerin açıklanması

Yapılan çalışmada SPSS programı çıktıları içerisinde kullanılan bazı terimler aşağıda açıklanmıştır.

Çoklu R: korelasyon katsayısıdır. Doğrusal ilişkinin ne kadar güçlü olduğunu ifade eder. Örneğin, 1 değeri, mükemmel bir pozitif ilişki anlamına gelir ve sıfır değeri, hiç ilişki olmadığı anlamına gelir. Bu değer R^2 'nin kareköküdür.

Determinasyon (belirtme) katsayısı R^2 : en önemli terim olup bire yakın bulunur ise, bağımlı değişkendeki değişimin büyük bir kısmı bağımsız değişken tarafından

açıklanabilir yorumu yapılabilmektedir. $\bar{Y}$ gerçek değerlerin ortalaması olsun. R^2 'ye ait formül Denklem 3.4'te verilmiştir.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y - \hat{Y})^2} \quad (3.4)$$

Ayarlı yada düzeltilmiş R^2 : Modelde bağımsız değişken sayısı için ayarlanan R^2 'dir. Çoklu regresyon analizi için R^2 yerine bu değer kullanılmaktadır. Düzeltilmiş R^2 'ye ait formül Denklem 3.5'te verilmiştir.

$$R^2 = 1 - \frac{(1-R^2)(n-1)}{(n-k-1)} \quad (3.5)$$

Denklem 3.5'teki n , verilerin sayısı ve k analizde kullanılan bağımsız değişkenlerin sayısıdır.

Standart Hata: Regresyon analizinin kesinliğini gösterir. Sayı ne kadar küçük olursa, regresyon denklemi o kadar kesindir.

df: Varyans kaynakları ile ilişkili serbestlik derecelerinin sayısıdır.

SS: Hataların karelerin toplamıdır.

MS: Hataların karelerin toplamının ortalamasıdır.

F: F istatistiği veya hipotez için F testidir. Modelin genel önemini test etmek için kullanılır.

Anlamlılık: Daha önce bahsedildiği gibi 0.05'ten küçük olduğunda bağımlı değişken bağımsız değişkeni tarafından açıklanabilir (Otrar, 2019).

Durbin Watson Testi: regresyon analizinden kalan artıklarda otokorelasyonun (seri korelasyon olarak da adlandırılır) bir ölçüsüdür.

3.2.2. Faktör analizi

İstatistik yöntemlerinden biri olarak Faktör Analizi birbiriyle ilişkisi olan çok sayıdaki değişkeni ortak özellikler ve ilişkiler yardımıyla az sayıda, anlamlı, kabul edilebilir ve birbirinden bağımsız faktörler haline getiren ve çok sayıda değişken varken yaygın olarak kullanılan çok değişkenli bir istatistik tekniğidir (Kleinbaum ve ark., 1998). Faktör Analiz yöntemleri birbiriyle farklılıkları olsa da aynı zamanda birbiriyle ilişkili teknikleri kullanmaktadırlar. Bunlar temel bileşenler analizi, temel eksen faktörler analizi, maksimum olabilirlik analizi, imaj-faktör analizi, ağırlıklandırılmamış en küçük kareler analizi, genelleştirilmiş en küçük kareler analizi ve alfa analizidir (Karaman ve ark., 2017). En sık kullanılan faktör çıkartma yöntemi temel bileşenler analizidir olarak ifade edilebilir. Bütün bu faktör analizi yöntemleri arasında ortak

faktörlerin elde edilmesi için en yaygın olarak kullanılan yöntem Temel Bileşenler Analizidir (Principal Component Analysis-PCA). Bu yöntemi kullanarak ilk olarak değişkenler arasındaki en çok varyansı açıklayan birinci açıklayıcı faktör hesaplanır. Bir sonraki aşamada ise kalan maksimum varyansı hesaplamak için ikinci açıklayıcı faktör hesaplanır, böylelikle hesaplamalar devam eder. Analizleri yaparken ve bu yöntemi kullanırken önemli olan husus analiz sonucunda bulunan ve elde edilen yeni açıklayıcı faktörler arasında korelasyon olmaması, ya da açıklık getirilirse faktörlerin orthogonal olmasıdır (Kalaycı ve Küçüksille, 2010).

Faktör analizinde çoklu regresyon veya genel olarak regresyondan farklı olarak bağımlı değişken ve onu açıklayan bağımsız değişkenler grubu olmamasıdır. Faktör analizinin temel amacı birbiriyle yüksek korelasyonları olan değişkenler dizisini bir araya getirerek genel değişkenler olarak faktörlerin oluşturulmasıdır. Genel olarak özetlenirse Faktör Analizi yapılmasındaki amaç: değişken sayısını azaltmak, değişkenlerin sınıflandırmaları için ilişkilerdeki yapıyı ortaya çıkarmaktır (Kalaycı ve Küçüksille, 2010).

Faktör analizinde genel olarak dört aşama mevcuttur; mevcut olan veri setinin bu analiz için uygunluğunun değerlendirilmesi, genel değişkenler yada başka deyişle faktörlerin elde edilmesi, faktörlerin rotasyonu ve en son olarak onların isimlendirilmesidir.

Analizde kullanılacak olan veri setinin uygun olup olmaması için toplamda 3 yöntem kullanılır ki bunlar: korelasyon matrisin oluşturulması, Barlett testi, ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testleridir.

Mevcut olan veri setinin analizde kullanılmasının uygun olup olmadığının bulunması için ilk adım, değişkenlerin ilişkilerini açıklayan korelasyon katsayılarının incelemesidir. Analizin yararına olan ve istenen, değişkenlerin birbiriyle güçlü ilişkileri olup yüksek korelasyonların olmasıdır. Bunun faydası ise, değişkenler arasındaki ilişkiler ve korelasyonlar ne kadar güçlü ve yüksek ise, değişkenlerin ortak faktörler oluşturma ihtimali ve olasılıkları o kadar yüksektir. Başka bir deyişle analizde kullanılan değişkenler arasında yüksek korelasyonlar varsa bu değişkenlerin genel faktörlerin değişik kısımlarda ve biçimlerde ölçümleri olduğu anlaşılır (Kalaycı ve Küçüksille, 2010).

Bu konuda kullanılan Barlett testinde (Barlett test of Sphericity) analize devam edebilmek için sıfır hipotezinin reddedilmesi gerekir. Eğer sonuç olarak sıfır hipotezi

reddedilirse, verilerin Faktör Analizi için uygun olup değişkenler arasında yüksek korelasyon bulunduğu anlaşılır (Hair ve ark., 1998).

Bir diğer ölçüt olan Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) kriterinde ise, kısmi korelasyon katsayılarının büyüklüğü ile gözlenen korelasyon katsayılarının büyüklüğü karşılaştırılmaktadır. Genel olarak KMO değerinin 0.5'ten büyük olması istenir. Bu değer ne kadar yüksekse Faktör Analizi için kullanılan veri seti o kadar uygun ve iyidir denilebilir. KMO'ya ait bazı değerler ve yorumları Çizelge 3.2'de verilmiştir (Sharma, 1996).

Çizelge 3.2. KMO değerleri için anlam seviyeleri

KMO Değeri	Yorum
0.9	Mükemmel
0.8	Çok İyi
0.7	İyi
0.6	Orta
0.5	Zayıf
0.5'nin altı	Kabul Edilemez

Bir önceki aşamada veri setinin uygunluğu incelenmişti, Faktör Analizinin ikinci aşamasında ise mümkün olduğunca en az faktör elde etmek amaçlanmıştır. Bu faktörlerin, analizde kullanılan değişkenler arasındaki korelasyonları ve ilişkileri en yüksek derecede temsil edebilmesi gerekmektedir. Kaç tane faktör elde edileceğiyle ilişkin bazı kriterler mevcuttur (Dunteman, 1989). Bunlar;

1. Özdeğer (Eigenvalues) istatistiği: faktörlerin özdeğer istatistiğinin 1'den büyük olanı anlamlı olarak kabul edilir. Buna karşın özdeğerleri 1'den küçük olanlar faktör olarak dikkate alınmaz.

2. Scree test: Scree plot grafiği (çizgi grafiği) faktörlere ilişkin özdeğerleri gösterir. Grafiğin düşey eksenini özdeğer eksenini olup yatay eksenini ise değişkenlerin sayısını göstermektedir. Grafiğin eğiminin büyük ölçüde değiştiği noktaya denk gelen faktörler, özdeğeri 1'den büyük olması koşuluyla maksimum faktör sayısını gösterir.

3. Toplam varyansın yüzdesi yöntemi: bilindiği üzere ilk faktör en çok değişkeni içine alan ve toplam varyansın en büyük yüzdesini açıklanan faktördür. Bunun devamında ilave edilen faktörlerin tüm varyansın açıklama yüzdeleri %5'in altına düşerse maksimum faktör sayısına ulaşılmıştır.

4. Joliffe Kriteri: Özdeğeri 0.7'nin altında olan ne kadar faktör varsa modelden çıkarılır.

5. Açıklanan varyans kriteri: toplam varyansın %90'ını açıklayan faktör sayısı dikkate alınarak yeterli kabul edilir.

6. Faktör sayısının araştırmacı tarafından belirlenmesi: faktör sayısının belirlenmesi yöntemlerinden biri de araştırmacının kendisinin kaç tane faktör olacağına karar vermesidir (Dunteman, 1989).

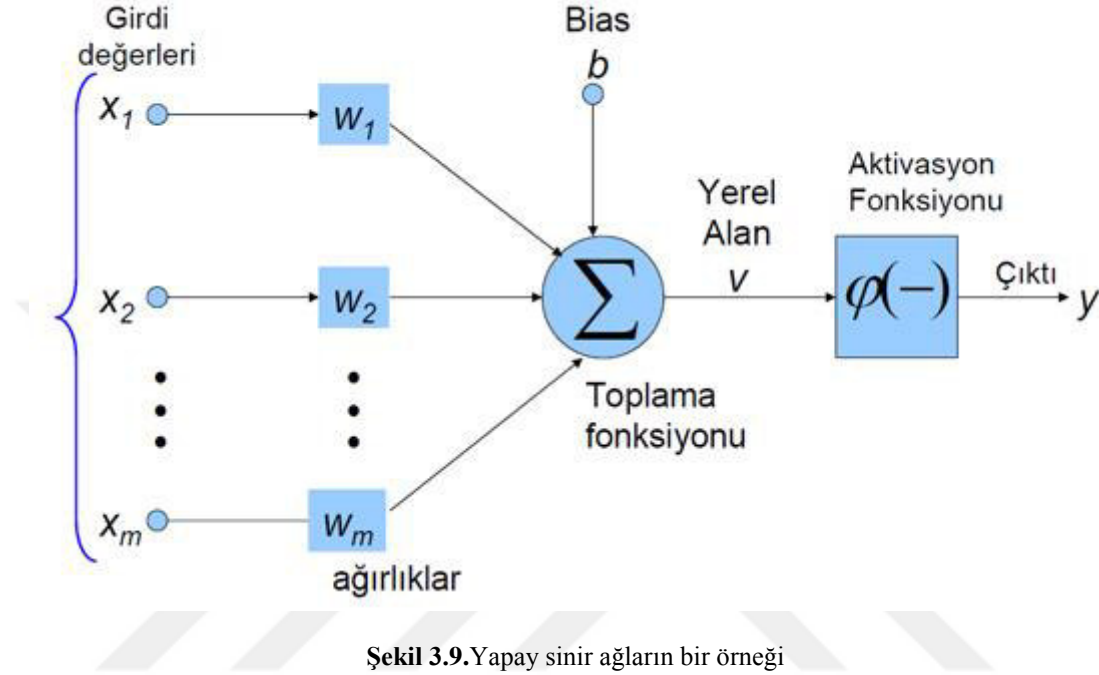
Faktörler elde edildikten sonra, isimlendirilebilir ve yorumlanabilir faktörler elde etmek için faktör rotasyonu yapılabilir. Bu rotasyonun sonucunda ortaya çıkan faktörler birbirleri ile herhangi bir korelasyon içinde değildir. Bu yönetime karşın Obligue rotasyonda faktörler kendi aralarında korelasyon içerisindedirler. Yani birbirinden uzak ve bağımsız değildir. Bu rotasyonda kullanılan üç teknik sırasıyla; Varimax, Equamax ve Quartimax'dir. Obligue rotasyonu yapmak için kullanılan teknikler ise Promax ve Direct Oblimin olarak ifade edilebilir.

3.2.3. Yapay sinir ağları

Çözülmesi, anlaşılması ve en son sonuçlandırılması çok karmaşık ve zor olan olayların ve ilişkilerin içinden açıklayıcı modellerin ortaya çıkarılmasında ve kurulmasında bilgisayarları geliştirip onlara bu özellikleri kazandırma çalışmalarına yapay zekâ çalışmaları denilmiştir (Nilson, 1998).

Bilgisayar ortamda var olan ve verilen her bir veri seti ya da örnekten olay hakkında bir şeyler öğrenilmesi amacıyla gerekli formülasyon ve algoritmaların kullanılmasıyla birkaç aşamadan sonra ilerdeki zamanlar için bahsedilen ve araştırılan olay hakkında bir düşünceye ve karar verecek düzeye ulaşılmasına makine öğrenmesi denilir (Öztemel, 2012). Yapay Sinir Ağları (YSA) ise bu alanda geliştirilen makine öğrenmesi uygulamalarından birisidir. Örnekleme ait veri setini kullanarak genel sonuçlar ve yargılar üretilmeye çalışılır. Eldeki bilgiler araştırmacı tarafından bilgisayara kurulan ağa verilir, ek bilgi verilmeden bu veriler ve örnekler yardımıyla sonuçlara bakarak ağın ve olayın öğrenme mekanizmasının gerçekleşmesi beklenir. Böylece ağ kendi kurduğu ve oluşturduğu sistemi kullanarak öğrenmeyi gerçekleştirir ve ilerdeki zamanda ve aşamada görmediği örnekler ve olaylar hakkında öğrendiklerini kullanarak sonuç ve çözüm üretir (Sönmez Çakır, 2018).

Genel olarak bir YSA hücresinde sırayla girdiler ($X_1, X_2, X_3, \dots$), Ağırlıklar ($W_1, W_2, W_3, \dots$), birleştirme (toplayıcı) fonksiyonu, aktivasyon (transfer) fonksiyonu ve çıktı (Y) olmak üzere beş bölüm vardır (Haykin, 1999; Sönmez Çakır, 2018) . Şekil 3.9’da bir YSA örneği verilmiştir.



Şekil 3.9.Yapay sinir ağların bir örneği

Girdiler: Ağa dış dünyadan aktarılan ve gelen bilgileri ve verileri toplayan katmandır. Bu katmanda dış dünyadan gelen girdi sayısı kadar sinir hücresi mevcuttur. Girdi katmanında herhangi bir işlem yapılmadan genelde girdiler diğer katmana geçerler. Bundan sonra ara katmanlara aktarıldığında bilgi işlemesi yapılır (Rojas, 2013; Sönmez Çakır, 2018).

Ağırlıklar: Girdiler hücreye gelen bilgileri gösterirken, ağırlıklar hücreye gelen bilginin ne kadar öneme sahip olduğunu ve etkisini göstermektedir. Genelde ağırlıklar hem negatif hem de pozitif olabilirler (Caner ve Akarslan, 2009; Sönmez Çakır, 2018). Genel olarak girdi pozitif olarak etki ediyorsa ağırlık pozitif olup, negatif etki ediyorsa ağırlık negatiftir.

Birleştirme Fonksiyonu: NET (network, ağ) girdi değeri bulmak için girdiler ile ağırlıklar çarpılır. Çarpım işlemi yapıldıktan sonra NET değerinin hesaplamasında birkaç yöntem kullanılabilir. Denklem 3.6’da basit bir birleştirme fonksiyonu gösterilmiştir. NET’i hesaplamak için birleştirme fonksiyonu olarak toplamının kullanıldığı formüldür.

$$NET = \sum_{i=1}^n X_i * W_i \quad (3.6)$$

Denklem 3.6'da n girdi sayısını, X girdileri ve W değerleri ilgili girdiye ait ağırlığı göstermektedir.

Aktivasyon fonksiyonu: Bazen birleştirme fonksiyonu ile ortaya çıkan değerler çok büyük olabilirler. Birleştirme fonksiyonundan sonra aktivasyon fonksiyonu devreye girer. Bir çok aktivasyon fonksiyonu mevcut olup her birleştirme fonksiyonu için belli ve kabul görmüş bir aktivasyon fonksiyonu yoktur. Hangi birleştirme fonksiyonuyla olursa olsun fark etmez, NET girdi değerini işler ve ilgili ağırlığın en son üreteceği çıktıyı belirler. YSA'da en çok kullanılan aktivasyon fonksiyonlarından biri Hiperbolik Tanjant (Tansig) fonksiyonudur (Demuth ve Beale, 2000; Sönmez Çakır, 2018).

Çıktılar: Ara katmanlarda işlenen ve bilgiye dönüşen veri en son katmana yani çıktı katmana geçer. Bu katmandan çıkan bilgi diğer bir hücreye girdi olacaktır ya da bilgi olarak direkt YSA hücresinden çıkacaktır (Diler, 2003; Sönmez Çakır, 2018).

3.2.4. Performans ölçümleri

Verilerin analizinde kullanılan performans ölçütlerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ortalama karesel hata (Mean Squared Error – MSE) : Y gerçek değer ve $\hat{Y}$ tahmin edilen değer olmak üzere MSE'ye ait formül Denklem 3.7'de verilmiştir.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n (Y - \hat{Y})^2}{n} \quad (3.7)$$

n veri sayısını göstermektedir.

Kare kök ortalama karesel hata (Root Mean Squared Error - RMSE) : RMSE'ye ait formül Denklem 3.8'de verilmiştir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \hat{Y})^2}{n}} \quad (3.8)$$

Ortalama mutlak hata (Mean Absolute Error - MAE) : MAE'ye ait formül Denklem 3.9'da verilmiştir.

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |Y - \hat{Y}|}{n} \quad (3.9)$$

Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percentage Error - MAPE) : MAPE'ye ait formül Denklem 3.10'da verilmiştir.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|Y - \hat{Y}|}{Y}}{n} * 100 \quad (3.10)$$

Genel olarak MAPE değerinin 0.2'den küçük olması iyi, 0.2 ile 0.5 arasında olması kabul edilebilir ve 0.5'ten büyük olması ise kötü performanslı olarak kabul edilmektedir (Sönmez Çakır, 2018).



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Çoklu Regresyon Analizi

4.1.1. Su sarfiyat değerlerinin elde edilmesi

2007-2017 arası aylık su tüketim değerleri, ilgili mahalleler için KOSKİ'den alınmış ve mesken tüketimi ve toplam tüketim olmak üzere iki kısım halinde incelenmiştir.

Daha önce materyal kısmında verilen nüfus değerleri yıllık olduğu için EViews 10 istatistik programı kullanarak aylık değerlere dönüştürülmüştür. Sırasıyla Lalebahçe, Saraçoğlu, Gödene ve Yazır mahallelerine ait aylık nüfus değerleri Çizelge 4.1, Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Özellikle YSA için normalleştirilmiş değerlerin kullanılması gereklidir. Bu doğrultuda her üç yöntemde de kullanılmak üzere Kullanılan veriler Denklem 4.1. yardımıyla normalleştirilmiştir.

$$x' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (4.1)$$

Formüldeki X gerçek değeri, $X_{\min}$ minimum değeri ve $X_{\max}$ maksimum değeri göstermektedir.

Çizelge 4.1. Lalebahçe mahallesi aylık nüfus değerleri

ay/yıl	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	3311	3196	3292	3248	3219	3180	3195	3264	3276	3318	3362
2	3298	3198	3295	3244	3216	3178	3201	3265	3287	3287	3503
3	3285	3203	3296	3240	3213	3177	3207	3264	3300	3250	3674
4	3272	3210	3295	3237	3210	3176	3214	3263	3313	3211	3872
5	3259	3219	3292	3234	3206	3175	3221	3261	3327	3174	4092
6	3246	3228	3288	3232	3203	3176	3228	3260	3340	3142	4329
7	3234	3239	3284	3230	3199	3176	3235	3258	3350	3118	4581
8	3223	3250	3278	3228	3195	3178	3242	3257	3358	3107	4842
9	3214	3260	3272	3227	3192	3180	3248	3258	3362	3111	5108
10	3206	3270	3266	3225	3188	3182	3254	3259	3361	3135	5376
11	3200	3279	3259	3223	3185	3186	3258	3263	3354	3182	5642
12	3197	3287	3253	3221	3182	3190	3262	3268	3340	3256	5901

Çizelge 4.2.Saraçoğlu mahallesi aylık nüfus değerleri

ay/yıl	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	9625	8235	8536	8880	9121	5867	6023	6210	6259	6410	6493
2	9532	8200	8569	8933	8937	5750	6059	6215	6269	6418	6508
3	9421	8189	8597	8993	8702	5686	6087	6219	6280	6425	6526
4	9298	8196	8623	9056	8430	5660	6110	6222	6293	6431	6546
5	9168	8216	8647	9118	8132	5661	6129	6225	6306	6436	6567
6	9032	8246	8670	9178	7819	5683	6144	6228	6320	6441	6588
7	8896	8283	8693	9231	7499	5719	6158	6231	6334	6446	6610
8	8761	8323	8716	9275	7178	5765	6169	6234	6348	6451	6632
9	8630	8367	8741	9304	6864	5817	6180	6237	6362	6457	6654
10	8507	8411	8769	9312	6566	5871	6189	6241	6375	6464	6674
11	8397	8456	8800	9292	6292	5926	6197	6246	6388	6471	6693
12	8304	8498	8836	9233	6054	5978	6204	6251	6400	6481	6710

Çizelge 4.3.Göden e mahallesi aylık nüfus değerleri

ay/yıl	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	1216	1317	1708	3842	7633	11263	11700	12563	12867	13033	13219
2	1225	1322	1808	4106	7994	11402	11735	12621	12880	13038	13274
3	1234	1328	1923	4381	8357	11506	11784	12669	12894	13042	13338
4	1243	1336	2053	4667	8717	11582	11845	12709	12910	13045	13409
5	1252	1347	2198	4964	9071	11632	11916	12742	12926	13049	13487
6	1262	1362	2356	5270	9416	11663	11994	12769	12942	13054	13571
7	1271	1383	2529	5586	9748	11678	12077	12791	12958	13061	13659
8	1280	1412	2715	5910	10063	11682	12164	12808	12974	13073	13750
9	1288	1448	2914	6241	10358	11680	12251	12822	12989	13088	13843
10	1296	1495	3127	6580	10629	11676	12337	12834	13003	13110	13937
11	1304	1553	3353	6925	10873	11675	12419	12845	13015	13138	14031
12	1311	1623	3591	7276	11086	11682	12495	12856	13025	13174	14124

Çizelge 4.4. Yazır mahallesi aylık nüfus değerleri

ay/yıl	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	21928	25508	32817	40617	47968	55210	43376	46681	53095	57058	59146
2	22100	25998	33491	41191	48812	54733	42939	47279	53523	57274	59337
3	22294	26523	34165	41752	49699	54008	42718	47867	53929	57473	59537
4	22510	27078	34839	42305	50603	53088	42681	48445	54316	57659	59743
5	22747	27658	35510	42856	51501	52023	42798	49013	54686	57833	59953
6	23005	28259	36178	43411	52367	50856	43043	49570	55038	58000	60165
7	23284	28878	36841	43976	53177	49630	43394	50117	55375	58161	60376
8	23586	29512	37497	44558	53905	48386	43830	50651	55696	58319	60584
9	23913	30158	38146	45163	54522	47166	44332	51173	56002	58476	60786
10	24265	30813	38784	45798	54997	46011	44883	51680	56291	58635	60980
11	24646	31476	39411	46471	55296	44963	45469	52171	56565	58798	61163
12	25059	32145	40022	47191	55382	44069	46073	52643	56821	58967	61332

Veriler normalleştirildikten sonra SPSS programı ile çoklu regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. İlk başta toplam 11 yıllık veri (2007-2017 arası) kullanılmış ve istenilen sonuç elde edilememiş yani R^2 değerleri düşük elde edilmiştir. Bu yüzden birer yıllık veri silinip yeniden analiz edilmiştir. Böylece 2011-2017 yılları arasında en iyi sonuç elde edilmiştir. Analizde %70 veri eğitim için, %30 veri ise test için ayrılmıştır.

Değişik yıl aralıklarına ait tüm abonelerin analiz sonuçları (R^2 değerleri) Çizelge 4.5'te, mesken aboneleri için analiz sonuçları ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Değişik yıl aralıkları için mesken abonelerine ait %70'lik verinin R^2 değerleri

	Yöntem	Lalebahçe Mahallesi	Saraçoğlu Mahallesi	Gödenne Mahallesi	Yazır Mahallesi
2007-2017	step wise	0.724	0.467	0.078	0.045
	enter(hepsi)	0.708	0.449	0.051	0.009
2008-2017	step wise	0.756	0.497	0.178	0.063
	enter(hepsi)	0.755	0.494	0.102	0.044
2009-2017	step wise	0.781	0.493	0.475	-
	enter(hepsi)	0.775	0.502	0.479	0.034
2010-2017	step wise	0.788	0.510	0.442	0.049
	enter(hepsi)	0.776	0.512	0.442	0.055
2011-2017	step wise	0.803	0.671	0.608	0.206
	enter(hepsi)	0.784	0.641	0.701	0.175

Çizelge 4.6. Değişik yıl aralıkları için tüm abonelere ait %70'lik verinin analiz sonuçları

	Yöntem	Lalebahçe Mahallesi	Saraçoğlu Mahallesi	Gödenne Mahallesi	Yazır Mahallesi
2007-2017	step wise	0.525	0.392	0.176	0.333
	enter(hepsi)	0.508	0.366	0.135	0.303
2008-2017	step wise	0.547	0.392	0.312	0.343
	enter(hepsi)	0.519	0.398	0.267	0.348
2009-2017	step wise	0.519	0.413	0.615	0.348
	enter(hepsi)	0.499	0.424	0.609	0.332
2010-2017	step wise	0.552	0.398	0.621	0.420
	enter(hepsi)	0.519	0.423	0.596	0.412
2011-2017	step wise	0.569	0.458	0.780	0.557
	enter(hepsi)	0.583	0.564	0.770	0.508

Çizelge 4.5'e bakıldığında mesken aboneleri için R^2 değerlerinin 2007 - 2017 arasındaki verilerle yapılan analiz sonucunda Lalebahçe Mahallesi için iyi seviyede olup ve Saraçoğlu Mahallesi için de kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmektedir. Yazır ve Gödenne Mahallelerinde ise değerler kötü olup iyileşmeleri için çalışmalar yapılmıştır. Bu doğrultuda yıl aralıkları kısaltarak yeni denemeler yapılmıştır.

Denemeler sonucunda 2011 yılına yaklaşıldıkça R^2 değerleri iyileştiği görülmüştür. Lalebahçe Mahallesi için Stepwise yöntemi sonucunda 2007 ile 2017 yıl aralıklarına ait verilerin R^2 'si 0.724 olup 2011-2017 verileri kullanıldığında R^2 değeri

0.784'e yükselmiştir. Yükselme çok fazla olmayıp 0.060 kadardır. İlerdeki bölümlerde her mahalle için SPSS Stepwise yönteminin analiz sonuçları daha detaylı anlatılmıştır. Saraçoğlu Mahallesi analiz sonuçlarına bakıldığında 2007-2017 dönemine ait analiz sonucunda bulunan R^2 değeri 0.467 olup 2011-2017 dönemi analiz sonuçlarında R^2 değeri 0.671'e yükselmiştir. Yükselme 0.203 olup R^2 değeri iyileşmiştir. Gödene Mahallesi için 2007-2017 dönemine ait R^2 değeri 0.078 olarak elde edilmiştir. Ancak yıl aralıkları daraltarak R^2 değerleri iyileşmiş olup 2011-2017 dönemi için 0.608 olmuştur. Yükselme ve iyileşme 0.530'dur. Yazır mahallesine ait 2007-2017 dönemine ait R^2 değeri 0.045 olup modelin zayıf olduğu anlamına gelmektedir. 2011-2017 aralığı için R^2 değeri ise 0.206'ya yükselmiştir.

Yukarıda bahsedilen sebeplerden ötürü genel olarak yapılan çalışmalarda 2011-2017 dönemine ait verilerin kullanılmasına karar verilmiştir. Diğer taraftan bundan sonra yapılan çalışmalarda mesken abonelerinin tüketim değerlerinin kullanılması kararlaştırılmıştır.

Bahsedilen dört adet mahallenin mesken abonelerinin 2011-2017 su sarfiyatlarına ait bazı özellikler Çizelge 4.7'de verilmiştir. Tüm abonelerin su sarfiyatlarına ait bazı özellikler ise Çizelge 4.8'de verilmiştir. 2011-2017 aralığına ait 84 aylık her mahallenin mesken abonelerinin birim su sarfiyat değerlerinin ortalama, maksimum ve minimum değerleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. 2011-2017 aralığına ait mahallelerin mesken abonelerinin birim su sarfiyat değerleri (m^3 /kişi/ay)

	Lalebahçe	Saraçoğlu	Gödene	Yazır
Ortalama Tüketim	5.286	2.060	2.362	2.703
Maksimum Tüketim	9.804	3.444	3.198	3.437
Minimum Tüketim	2.460	0.862	1.061	1.631

Çizelge 4.8. 2011-2017 aralığına ait mahallelerin tüm abonelerinin toplam birim su sarfiyat değerleri (m^3 /kişi/ay)

	Lalebahçe	Saraçoğlu	Gödene	Yazır
Ortalama Tüketim	7.574	2.962	3.074	4.026
Maksimum Tüketim	18.648	8.879	5.664	6.086
Minimum Tüketim	3.248	0.925	1.625	2.026

Mesken abonelerine ait ortalama su sarfiyatları incelenirse; Lalebahçe mahallesi Saraçoğlu mahallesine göre daha büyük birim su tüketimine sahiptir. İkisi de az katlı

yapılaşmanın olduğu mahalleler olup Lalebahçe mahallesi Saraçoğlu mahallesine kıyasla sosyoekonomik seviyesi daha yüksek bir mahalledir. Bu aşamada genel olarak birbirine yapılaşma tarzı bakımından benzer olan bu iki mahalle arasında su tüketimi ile sosyoekonomik seviye arasında bir ilişki olduğundan bahsedilebilir.

Aynı zamanda Yazır ve Gödene mahallelerinin ikisinde genel olarak çok katlı yapılaşmanın olduğu bölgelerdir. Yazır mahallesinin ortalama birim su sarfiyatı Gödene mahallesine göre daha fazla olduğu Çizelge 4.7 ve 4.8. de görülmektedir. Bu iki mahalle arasında da sosyoekonomik seviye bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Yazır mahallesi genel olarak Gödene mahallesine kıyasla sosyoekonomik olarak daha üst seviyede olan bir bölgedir.

4.1.2. Lalebahçe mahallesi çoklu regresyon analizi

2011 ile 2017 dönemine ait mesken abonelerine aylık tüketim verileri kullanılarak analizler yapılmıştır. Lalebahçe Mahallesi'ne ait olan 7 yıllık toplam 84 veri vardır. 84 verinin %70'i (59 olup) eğitim verisi olarak ve %30'u (25 olup) test verisi olarak seçilmiştir. Veriler önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi normalize edilmiştir.

Lalebahçe Mahallesi'ne ait toplam 14 değişkenin (1 bağımlı değişken ve 13 bağımsız değişken) 59'ar aylık verileri Excel ortamından SPSS ortamına aktarılmıştır. Öncede bahsedildiği gibi Stepwise yöntemi benimsemiş olup analiz metodu olarak seçilmiştir. Aynı zamanda Enter metodu ile de analizler yapılmıştır.

Çizelge 4.9'da tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. İlk sütunda değişkenlerin adları verilmiştir. İkinci sütunda her bir değişkene ait ortalama değerleri verilmiştir. Veriler normalize edilmiş olduğundan bu değerler 0 ile 1 arasındadır. Üçüncü sütunda ise standart sapmaları verilmiştir.

Çizelge 4.11'de değişkenlerin ilişkilerine ait anlamlılıkları verilmiştir. Görüldüğü gibi Çizelge 4.10'da kendi aralarında büyük korelasyon ya da başka deyişle ilişkiye sahip olan değişkenlere ait anlamlılıkları 0.05'ten küçük çıkmıştır. Ancak korelasyonları küçük olan yani kendi aralarında fazla ilişkiye sahip olmayan bağımsız değişkenlerin anlamlılıkları genelde 0.05'ten büyüktür. Örnek olarak birim su sarfiyatı ile maksimum yağış arasındaki anlamlılık 0.110 olup anlamlı bir ilişki elde edilememiştir.

Çizelge 4.9. Lalebahçe Mahallesinin analizine ait tanımlayıcı istatistikler

	Değişkenler	Ortalama	Std Sapma
y	Birim su sarfiyatı (mesken)	0.3669	0.2694
x ₁	Aylık Maksimum Aktüel Basınç (hPa)	0.4022	0.2315
x ₂	Aylık Maksimum Nispi Nem (%)	0.8201	0.2151
x ₃	Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	0.5297	0.2855
x ₄	Aylık Maksimum Yağış (mm=kg÷m ²) OMGİ	0.2823	0.2345
x ₅	Aylık Minimum Aktüel Basınç (hPa)	0.5841	0.2196
x ₆	Aylık Minimum Nispi Nem (%)	0.3759	0.2081
x ₇	Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	0.5704	0.2580
x ₈	Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	0.3912	0.2440
x ₉	Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	0.4888	0.2741
x ₁₀	Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	0.4644	0.2483
x ₁₁	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.5270	0.3079
x ₁₂	Aylık Ortalama Subuharı Basıncı hPa	0.4536	0.2683
x ₁₃	Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) OMGİ	0.2671	0.2381

Çizelge 4.10. Lalebahçe mahallesinin analizine ait korelasyon tablosu

	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃
y	1.000	-0.645	-0.651	0.822	-0.162	0.390	-0.436	0.860	-0.343	-0.777	0.466	0.870	0.727	-0.341
x ₁	-0.645	1.000	0.482	-0.761	0.073	-0.243	0.497	-0.791	0.737	0.677	-0.632	-0.817	-0.726	0.103
x ₂	-0.651	0.482	1.000	-0.569	0.493	-0.128	0.496	-0.601	0.403	0.725	-0.592	-0.612	-0.277	0.489
x ₃	0.822	-0.761	-0.569	1.000	-0.147	0.351	-0.667	0.946	-0.475	-0.884	0.602	0.973	0.823	-0.324
x ₄	-0.162	0.073	0.493	-0.147	1.000	-0.015	0.357	-0.128	0.136	0.455	-0.363	-0.155	0.201	0.840
x ₅	0.390	-0.243	-0.128	0.351	-0.015	1.000	-0.101	0.447	0.340	-0.255	-0.080	0.400	0.447	-0.144
x ₆	-0.436	0.497	0.496	-0.667	0.357	-0.101	1.000	-0.567	0.450	0.782	-0.601	-0.609	-0.298	0.411
x ₇	0.860	-0.791	-0.601	0.946	-0.128	0.447	-0.567	1.000	-0.440	-0.847	0.544	0.980	0.863	-0.325
x ₈	-0.343	0.737	0.403	-0.475	0.136	0.340	0.450	-0.440	1.000	0.501	-0.660	-0.517	-0.391	0.060
x ₉	-0.777	0.677	0.725	-0.884	0.455	-0.255	0.782	-0.847	0.501	1.000	-0.660	-0.884	-0.555	0.565
x ₁₀	0.466	-0.632	-0.592	0.602	-0.363	-0.080	-0.601	0.544	-0.660	-0.660	1.000	0.596	0.389	-0.301
x ₁₁	0.870	-0.817	-0.612	0.973	-0.155	0.400	-0.609	0.980	-0.517	-0.884	0.596	1.000	0.866	-0.324
x ₁₂	0.727	-0.726	-0.277	0.823	0.201	0.447	-0.298	0.863	-0.391	-0.555	0.389	0.866	1.000	-0.008
x ₁₃	-0.341	0.103	0.489	-0.324	0.840	-0.144	0.411	-0.325	0.060	0.565	-0.301	-0.324	-0.008	1.000

Çizelge 4.12’de analiz sonucunda verilen modellerin özet tablosu verilmiştir. Bu tabloda toplam 4 model mevcuttur. Her modelde hangi bağımsız ve bağımlı değişkenlerin kullanıldığı a, b, c, d ve e olarak verilmiştir. En uygun ve verimli model son model yani dördüncü model olup, ondan sonra yeni bağımsız değişkenler ilave edilmemiştir. Bu model için sırayla aylık ortalama sıcaklık, aylık maksimum nispi nem, aylık minimum nispi nem ve aylık ortalama aktüel basınç açıklayıcı bağımsız değişkenler olarak kullanılmışlardır. Düzeltilmiş R^2 değeri 0.803 olup bağımsız

değişkenlerin, bağımlı değişkenin değişiminin %80.3'ünü açıklayabildiği görülmektedir.

Çizelge 4.11. Lalebahçe mahallesinin analizine ait değişkenlerin kendi aralarında korelasyon anlamlılıkları

	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃
y	.	0.000	0.000	0.000	0.110	0.001	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
x ₁	0.000	.	0.000	0.000	0.290	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.219
x ₂	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000
x ₃	0.000	0.000	0.000	.	0.133	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
x ₄	0.110	0.290	0.000	0.133	.	0.456	0.003	0.167	0.152	0.000	0.002	0.121	0.063	0.000
x ₅	0.001	0.032	0.167	0.003	0.456	.	0.224	0.000	0.004	0.026	0.274	0.001	0.000	0.139
x ₆	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.224	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.001
x ₇	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
x ₈	0.004	0.000	0.001	0.000	0.152	0.004	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.001	0.325
x ₉	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.000
x ₁₀	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.274	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.001	0.010
x ₁₁	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.006
x ₁₂	0.000	0.000	0.017	0.000	0.063	0.000	0.011	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	.	0.477
x ₁₃	0.004	0.219	0.000	0.006	0.000	0.139	0.001	0.006	0.325	0.000	0.010	0.006	0.477	.

Çizelge 4.12. Lalebahçe Mahallesi'nin eğitim analizine ait model özet tablosu

Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Tahmini Hata	Durbin-Watson
1	0.870 ^a	0.757	0.752	0.134	
2	0.883 ^b	0.779	0.772	0.129	
3	0.896 ^c	0.802	0.791	0.123	
4	0.904 ^d	0.816	0.803	0.120	1.532

a) bağımsız değişken: Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

b) bağımsız değişken: Aylık Ortalama Sıcaklık (°C), Aylık Maksimum Nispi Nem (%)

c) bağımsız değişken: Aylık Ortalama Sıcaklık (°C), Aylık Maksimum Nispi Nem (%), Aylık Minimum Nispi Nem (%)

d) bağımsız değişken: Aylık Ortalama Sıcaklık (°C), Aylık Maksimum Nispi Nem (%), Aylık Minimum Nispi Nem (%), Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)

e) Bağımlı değişken: birim su sarfıyatı

Çizelge 4.13'te anlamlılık tablosunda 4'üncü modele ait anlamlılık değeri 0 dır. 0.05'ten küçük olduğundan model anlamlıdır. Ayrıca bu tabloda karelerin toplamı (SS), karelerin toplamının ortalaması (MS), serbestlik dereceleri (df) ve F değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.13. Lalebahçe mahallesinin analizine ait anlamlılık tablosu

ANOVA						
Model		SS	df	MS	F	Anlamlılık
1	Regresyon	3.185	1	3.185	177.313	0.000
	Kalıntı	1.024	57	0.018		
	Toplam	4.208	58			
2	Regresyon	3.280	2	1.640	98.926	0.000
	Kalıntı	0.928	56	0.017		
	Toplam	4.208	58			
3	Regresyon	3.376	3	1.125	74.349	0.000
	Kalıntı	0.832	55	0.015		
	Toplam	4.208	58			
4	Regresyon	3.436	4	0.859	60.049	0.000
	Kalıntı	0.772	54	0.014		
	Toplam	4.208	58			

Çizelge 4.14’te modellerin katsayıları, t değerleri ve anlamlılıkları verilmiştir. Bu katsayılardan yola çıkarak Lalebahçe mahallesi mesken aboneleri için regresyon modeli oluşturulmuş ve Denklem 4.2’de gösterilmiştir.

$$Y = 0.155 - 0.304X_2 + 0.185X_6 + 0.172X_8 + 0.686X_{11} \quad (4.2)$$

En yüksek R^2 değerine sahip dördüncü modelin bağımsız değişkenleri aylık ortalama sıcaklık, aylık maksimum nispi nem, aylık minimum nispi nem ve aylık ortalama aktüel basınçtır olarak belirlenmiştir. Standardize edilmiş katsayılara bakıldığında (Çizelge 4.14) en etkili bağımsız değişken Aylık ortalama sıcaklık olup birim su sarfiyatla pozitif ilişkisi vardır. Aylık maksimum nispi nemin birim su sarfiyatla ilişkisi negatif yönde olup, arttığında birim su sarfiyatı azalmaktadır. Aylık minimum nispi nem ve aylık ortalama aktüel basınç da birim su sarfiyatı ile pozitif ilişki göstermişlerdir. Aylık minimum nispi nemin katsayısı 0.185’tir. Aylık ortalama aktüel basıncın katsayısı ise 0.172’dir.

Veriler normalize edilmiş olduğundan standardize edilmiş ile standardize edilmemiş veriler arasında pek fark yoktur. Ancak normalize edilmemiş veriler kullanıldığında bu değerler arasındaki oran artar, çünkü her bir bağımsız değişkenin alacağı değerlerin büyüklükleri ve aralığı farklıdır. Standardize edilmiş değerler her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişkenle olan saf ilişkisini gösterir. Standardize edilmemiş katsayı standart hataya bölüldüğünde ise t değerleri bulunur.

Çizelge 4.14. Lalebahçe Mahallesinin SPSS çözümü katsayılar tablosu

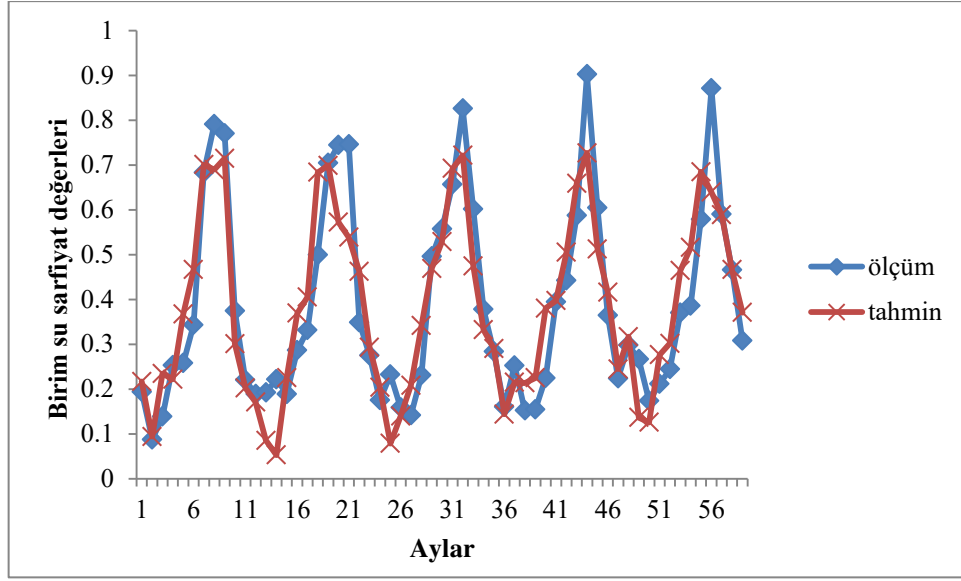
Model	Adı	standardize edilmemiş β	standart hata	standardize edilmiş β	t	Anlamlılık
1	(Sabit)	0.023	0.031		0.751	0.456
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.666	0.050	0.870	13.316	0.000
2	(Sabit)	0.275	0.109		2.521	0.015
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.577	0.061	0.754	9.498	0.000
	Aylık Maksimum Nispi Nem (%)	-0.238	0.099	-0.190	-2.399	0.020
3	(Sabit)	0.199	0.108		1.838	0.071
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.649	0.065	0.848	10.023	0.000
	Aylık Maksimum Nispi Nem (%)	-0.286	0.097	-0.229	-2.957	0.005
	Aylık Minimum Nispi Nem (%)	0.217	0.086	0.194	2.517	0.015
4	(Sabit)	0.155	0.108		1.443	0.155
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.686	0.065	0.896	10.476	0.000
	Aylık Maksimum Nispi Nem (%)	-0.304	0.094	-0.243	-3.217	0.002
	Aylık Minimum Nispi Nem (%)	0.185	0.085	0.166	2.179	0.034
	Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	0.172	0.084	0.143	2.048	0.045

Bu t değerleri kullanılarak her bir değişkenin modeldeki anlamlılıkları elde edilir. Modelde olan değişkenlerin anlamlılıklarına bakıldığında 4'üncü değişken için bu değer artmış ve 0.045 olmuştur. Yine de 0.05'ten küçük olduğu için anlamlı olduğu söylenebilir. Bundan sonra kalan bağımsız değişkenlerin artık daha fazla modele katkı sağlayamadıkları anlaşıldığı için yeni modele ihtiyaç duyulmamış ve en verimli bağımsız değişkenlerle analizi bitirmiştir.

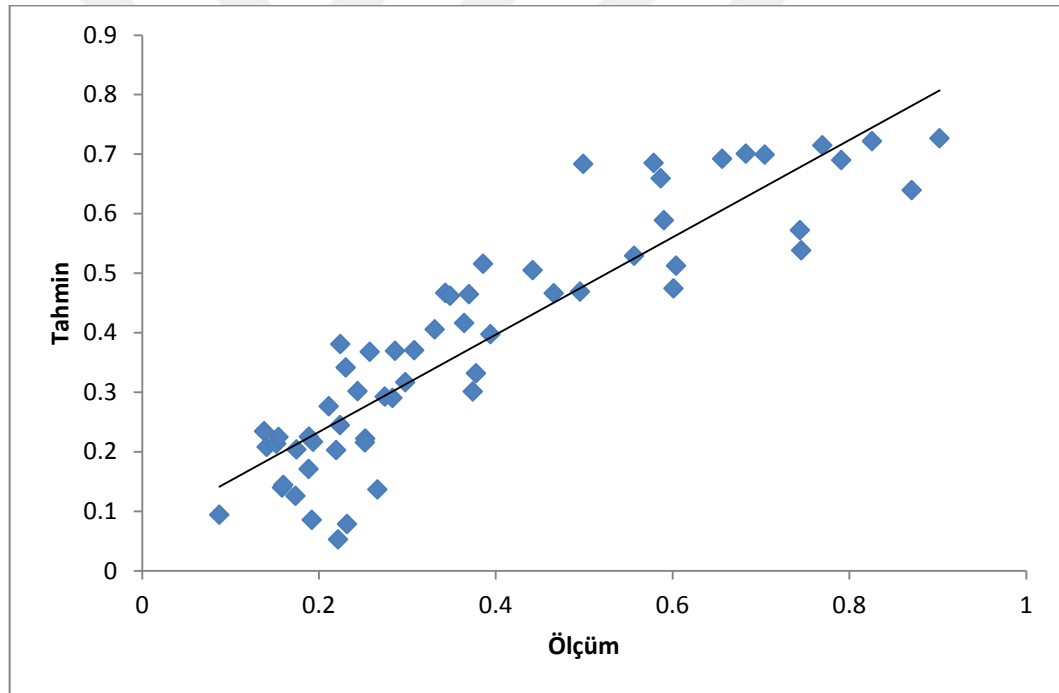
Şekil 4.1'de ölçüm değerleri ile tahmin değerleri aynı grafikte gösterilmektedir. Görüldüğü gibi değerler arasında yakınlık vardır buradan yola çıkarak eğitim için iyi bir sonuç elde edildiği söylenebilir.

Çizelge 4.15'te eğitime ait performans değerleri verilmiştir. Bu değerler ilerdeki bölümlerde YSA sonuçlarıyla kıyaslanacaktır. R^2 değeri 0.803 olup, kullanılan bağımsız faktörler birim su sarfiyatının %80.3'ünü açıklayabilmektedir. MAPE değeri 0.5'ten küçük olduğu için kabul edilebilir düzeyde olduğu ve 0.2'ye yakın olduğu için iyi bir düzeyde olduğu söylenebilir.

Şekil 4.2'de eğitim için ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. Doğrusal bir ilişki görülmektedir. Doğrunun eğimi de iyidir. Demek oluyor ki tahmin ve ölçüm değerleri birbirlerine benzemektedir.



Şekil 4.1. Lalebahçe mahallesinin ÇRA eğitim sonuç grafiği



Şekil 4.2. Lalebahçe mahallesi ÇRA analizi eğitim sonuçlarına ait saçılım grafiği

Çizelge 4.15. Lalebahçe Mahallesinin ÇRA eğitimine ait performans değerleri

Düzeltilmiş R^2	0,803
MAE	0,074
MSE	0,009
RMSE	0,093
MAPE	0,229

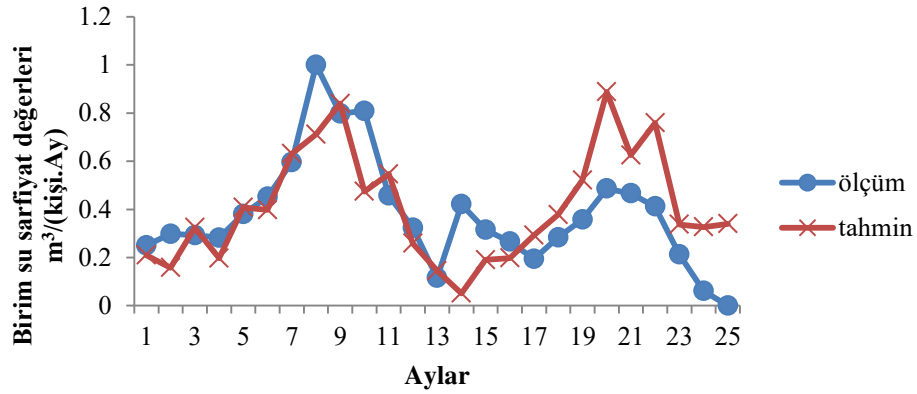
Çizelge 4.16’da Test analizine ait performans değerleri verilmiştir. R2 değeri 0.397 olup eğitimle kıyasla düşük bir değer elde edilmiştir. MAPE değeri de 0.5 olup kabul edilebilir ile kötü arasındadır.

Çizelge 4.16. Lalebahçe Mahallesinin ÇRA testine ait performans değerleri

Düzeltilmiş R^2	0,397
MAE	0,153
MSE	0,038
RMSE	0,195
MAPE	0,500

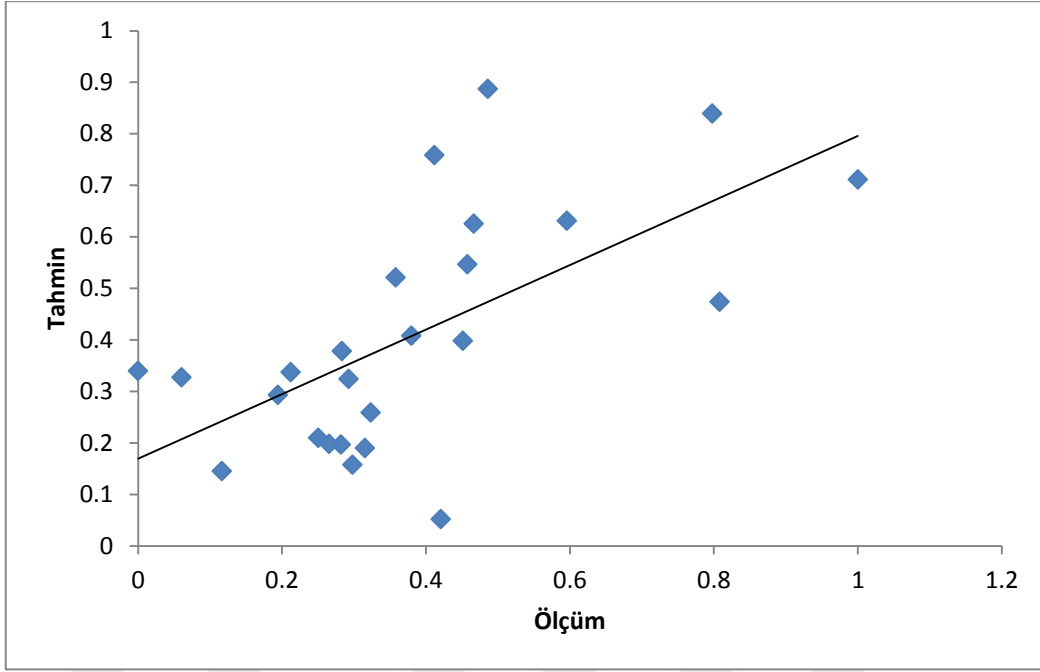
Şekil 4.3’te test verilerine ait grafik verilmiştir. Grafik incelendiğinde eğitim grafiği kadar iyi olmasa da yine iyi bir grafiğe sahiptir. Sadece Bazı yerlerde ölçüm değeri azaldığında tahmin değeri yükseliş gösterip ve yükseldiğinde tahmin değeri azalmıştır. Tahmin ve ölçüm değerlerin seyri yaklaşık aynıdır. Genelleme yapılırsa kabul edilebilir bir grafiğe sahiptir.

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak Lalebahçe mahallesinin su sarfiyatının tahmini için iklimsel değişkenlerin tek başına yeterli olmadığını yine de kabul edilebilir düzeyde olduğunu görülmüştür.



Şekil 4.3. Lalebahçe mahallesinin ÇRA test sonuçlarının grafik gösterimi

Şekil 4.4’te Lalebahçe mahallesinin test verileri için, tahmin ve ölçüm değerlerini içeren saçılım grafiği verilmiştir. Eğitim kadar iyi bir grafik olmasa da yine doğrusal ilişki kabul edilebilir düzeyde görülmektedir.



Şekil 4.4. Lalebahçe mahallesi ÇRA analizi test sonuçlarına ait saçılım grafiği

4.1.3. Saraçoğlu mahallesi çoklu regresyon analizi

Saraçoğlu Mahallesi de Lalebahçe Mahallesi gibi toplam 14 değişken ve 59 adet aylık veri ile SPSS programında Stepwise metodu ile analize tabi tutulmuştur. Çizelge 4.17’de ilgili mahalle için tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir.

Çizelge 4.18’de Saraçoğlu Mahallesi için bağımsız değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonları verilmiştir. Birim su sarfiyatının en çok X_{11} yani aylık ortalama sıcaklıkla ilişkisi vardır. Birim su sarfiyatı ile maksimum yağış arasında korelasyon -0.068 olup en az ilişkiye sahip olan değişkenin ilgili mahalle için yağış olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.19’de değişkenlerin ilişkilerine ait anlamlılıkları verilmiştir. Birim su sarfiyatı ile maksimum yağışın anlamlılığı 0.303 olup 0.05’ten büyük olduğu için anlamlı bir ilişkinin olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.20’de Saraçoğlu Mahallesi’nin analiz sonucunda verilen modellerin özet tablosu verilmiştir. Bu tabloda toplam 3 model mevcuttur. Program üçüncü modelde optimum sonuca ulaştığı için analizi durdurmuştur. Her modelde hangi bağımsız değişkenlerin kullanıldığı a, b ve c olarak gösterilmiştir. En uygun model son model yani üçüncü model olup, ondan sonra yeni bağımsız değişkenler ilave edilmemiştir. Bu model için sırayla Aylık Ortalama Sıcaklık, Aylık Ortalama Aktüel

Basınç ve Aylık Minimum Nispi Nem açıklayıcı bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Düzeltilmiş R^2 değeri 0.671 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.17. Saraçoğlu mahallesinin analizine ait tanımlayıcı istatistikler

	Değişkenler	Ortalama	Std Sapma
y	Birim su sarfıyatı (mesken)(m ³ /Kişi.Ay)	0.452	0.229
x ₁	Aylık Maksimum Aktüel Basınç (hPa)	0.402	0.232
x ₂	Aylık Maksimum Nispi Nem (%)	0.853	0.176
x ₃	Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	0.543	0.260
x ₄	Aylık Maksimum Yağış (mm=kg÷m ²) _OMGİ	0.276	0.222
x ₅	Aylık Minimum Aktüel Basınç (hPa)	0.584	0.220
x ₆	Aylık Minimum Nispi Nem (%)	0.355	0.197
x ₇	Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	0.570	0.258
x ₈	Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	0.292	0.182
x ₉	Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	0.489	0.274
x ₁₀	Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	0.464	0.248
x ₁₁	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.546	0.287
x ₁₂	Aylık Ortalama Subuharı Basıncı hPa	0.454	0.268
x ₁₃	Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) _OMGİ	0.270	0.237

Çizelge 4.18. Saraçoğlu mahallesinin analizine ait korelasyon tablosu

	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃
y	1.000	-0.514	-0.465	0.746	-0.068	0.432	-0.297	0.760	-0.194	-0.646	0.358	0.774	0.729	-0.259
x ₁	-0.514	1.000	0.482	-0.761	0.073	-0.243	0.497	-0.791	0.737	0.677	-0.632	-0.817	-0.726	0.103
x ₂	-0.465	0.482	1.000	-0.569	0.493	-0.128	0.496	-0.601	0.403	0.725	-0.592	-0.612	-0.277	0.489
x ₃	0.746	-0.761	-0.569	1.000	-0.147	0.351	-0.667	0.946	-0.475	-0.884	0.602	0.973	0.823	-0.324
x ₄	-0.068	0.073	0.493	-0.147	1.000	-0.015	0.357	-0.128	0.136	0.455	-0.363	-0.155	0.201	0.840
x ₅	0.432	-0.243	-0.128	0.351	-0.015	1.000	-0.101	0.447	0.340	-0.255	-0.080	0.400	0.447	-0.144
x ₆	-0.297	0.497	0.496	-0.667	0.357	-0.101	1.000	-0.567	0.450	0.782	-0.601	-0.609	-0.298	0.411
x ₇	0.760	-0.791	-0.601	0.946	-0.128	0.447	-0.567	1.000	-0.440	-0.847	0.544	0.980	0.863	-0.325
x ₈	-0.194	0.737	0.403	-0.475	0.136	0.340	0.450	-0.440	1.000	0.501	-0.660	-0.517	-0.391	0.060
x ₉	-0.646	0.677	0.725	-0.884	0.455	-0.255	0.782	-0.847	0.501	1.000	-0.660	-0.884	-0.555	0.565
x ₁₀	0.358	-0.632	-0.592	0.602	-0.363	-0.080	-0.601	0.544	-0.660	-0.660	1.000	0.596	0.389	-0.301
x ₁₁	0.774	-0.817	-0.612	0.973	-0.155	0.400	-0.609	0.980	-0.517	-0.884	0.596	1.000	0.866	-0.324
x ₁₂	0.729	-0.726	-0.277	0.823	0.201	0.447	-0.298	0.863	-0.391	-0.555	0.389	0.866	1.000	-0.008
x ₁₃	-0.259	0.103	0.489	-0.324	0.840	-0.144	0.411	-0.325	0.060	0.565	-0.301	-0.324	-0.008	1.000

Çizelge 4.21’de anlamlılık tablosunda 3’üncü modele ait anlamlılık değeri 0’dır. 0.05’ten küçük olduğu için model anlamlıdır. Ayrıca bu tabloda karelerin toplamı (SS), karelerin toplamının ortalaması (MS), serbestlik dereceleri (df) ve F değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.19. Saraçoğlu mahallesinin analizine ait değişkenlerin kendi aralarında korelasyon anlamlılıkları

	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃
y	.	0.000	0.000	0.000	0.303	0.000	0.011	0.000	0.070	0.000	0.003	0.000	0.000	0.024
x ₁	0.000	.	0.000	0.000	0.290	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.219
x ₂	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000
x ₃	0.000	0.000	0.000	.	0.133	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
x ₄	0.303	0.290	0.000	0.133	.	0.456	0.003	0.167	0.152	0.000	0.002	0.121	0.063	0.000
x ₅	0.000	0.032	0.167	0.003	0.456	.	0.224	0.000	0.004	0.026	0.274	0.001	0.000	0.139
x ₆	0.011	0.000	0.000	0.000	0.003	0.224	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.001
x ₇	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
x ₈	0.070	0.000	0.001	0.000	0.152	0.004	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.001	0.325
x ₉	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.000
x ₁₀	0.003	0.000	0.000	0.000	0.002	0.274	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.001	0.010
x ₁₁	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.006
x ₁₂	0.000	0.000	0.017	0.000	0.063	0.000	0.011	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	.	0.477
x ₁₃	0.024	0.219	0.000	0.006	0.000	0.139	0.001	0.006	0.325	0.000	0.010	0.006	0.477	.

Çizelge 4.20. Saraçoğlu mahallesinin analizine ait model özet tablosu

Model	R	R ²	Düzelmiş R ²	Std. Tahmini Hata	Durbin-Watson
1	0.774 ^a	0.600	0.593	0.146	
2	0.811 ^b	0.657	0.645	0.136	
3	0.830 ^c	0.688	0.671	0.131	1.223

a) Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

b) Aylık Ortalama Sıcaklık (°C), Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)

c) Aylık Ortalama Sıcaklık (°C), Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa), Aylık Minimum Nispi Nem (%)

Çizelge 4.21. Saraçoğlu mahallesinin analizine ait anlamlılık tablosu

ANOVA						
Model		SS	df	MS	F	Anlamlılık
1	Regresyon	1,823	1	1,823	85,358	0,000
	Kalıntı	1,217	57	0,021		
	Toplam	3,040	58			
2	Regresyon	1,999	2	0,999	53,724	0,000
	Kalıntı	1,042	56	0,019		
	Toplam	3,040	58			
3	Regresyon	2,093	3	0,698	40,486	0,000
	Kalıntı	0,948	55	0,017		
	Toplam	3,040	58			

Çizelge 4.22’de modellerin katsayıları, t değerleri ve anlamlılıkları verilmiştir. Bu katsayılardan yola çıkarak modele ait denklem aşağıda denklem 4.3’te gösterilmiştir.

$$Y = -0.181 + 0.264X_6 + 0.3X_8 + 0.827X_{11} \quad (4.3)$$

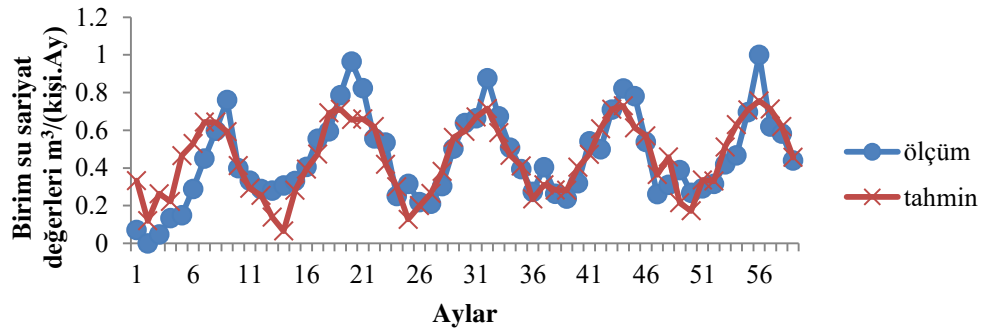
En yüksek R^2 değerine sahip üçüncü modelin bağımsız değişkenleri aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama aktüel basınç ve aylık minimum nispi nemdir. Standardize edilmiş katsayıları bakıldığında en etkili bağımsız değişken Aylık ortalama sıcaklık olup birim su sarfiyatıyla pozitif ilişkisi vardır.

Çizelge 4.22. Saraçoğlu mahallesinin Çoklu Regresyon Analizi için katsayılar tablosu

Model	Adı	Standardize edilmemiş β	Standart hata	Standardize edilmiş β	t	Anlamlılık
		B	Std. Error	Beta		
1	(Sabit)	0.114	0.041		2.777	0.007
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.618	0.067	0.774	9.239	0
2	(Sabit)	-0.052	0.066		-0.783	0.437
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.734	0.073	0.919	10.064	0
	Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	0.353	0.115	0.281	3.073	0.003
3	(Sabit)	-0.181	0.084		-2.142	0.037
	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.827	0.081	1.036	10.253	0
	Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	0.3	0.113	0.239	2.661	0.01
	Aylık Minimum Nispi Nem (%)	0.264	0.113	0.226	2.336	0.023

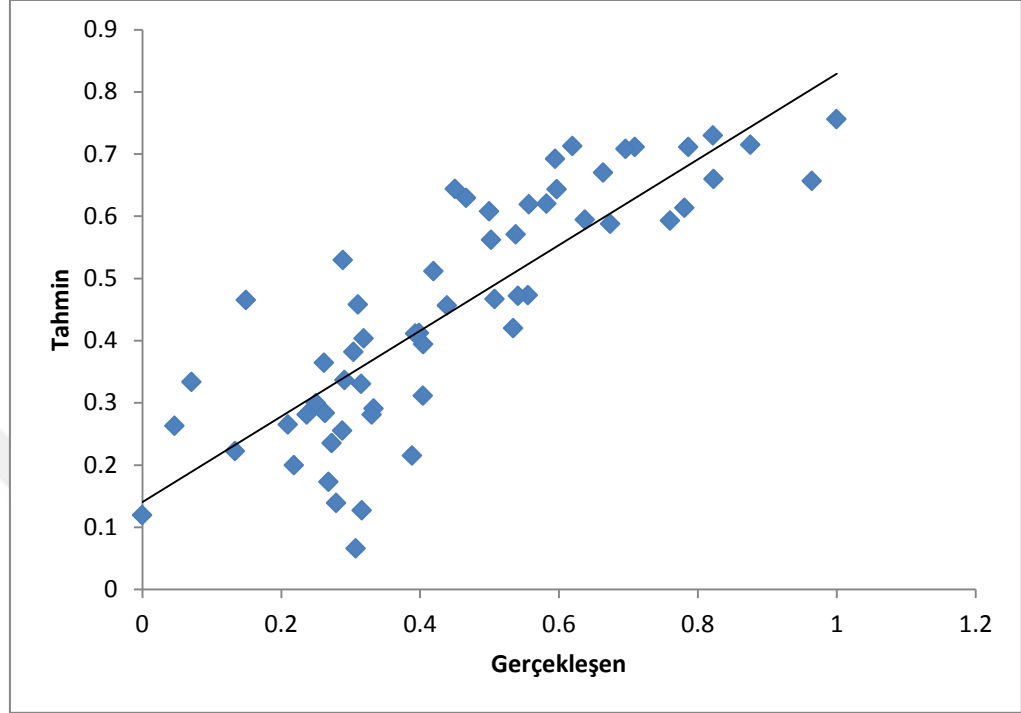
Modelde olan değişkenlerin anlamlılıklarına bakıldığında 3’üncü değişken için (Aylık Minimum Nispi Nem) bu değer artmış ve 0.023 olmuştur. Yine de 0.05’ten küçük olduğu için model anlamlıdır.

Şekil 4.5’te eğitim veri setine ait ölçüm ve tahmin değerleri aynı grafikte verilmiştir. Görüldüğü üzere değerler yaklaşık birbirine yakındır.



Şekil 4.5. Saraçoğlu mahallesinin eğitimine ait grafik gösterimi

Şekil 4.6’da Saraçoğlu mahallesinin eğitim ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. Doğrusal bir ilişki görülmektedir. Noktalar doğruya yakındır. Ne kadar doğruya yakınsalar o kadar iyi bir tahmin yapılmıştır.



Şekil 4.6. Saraçoğlu mahallesi ÇRA analizi eğitim sonuçlarına ait saçılım grafiği

Çizelge 4.23’te eğitime ait performans değerleri verilmiştir. R^2 değeri 0.671 dir. İyi bir düzeyde olup, bağımlı değişken bağımsız değişkenler tarafından %67.1 açıklanmaktadır. Bu değerler ilerdeki bölümlerde YSA sonuçlarıyla kıyaslanacaklar. Sadece MAPE değerinin 0.378 olup 0.5’ten küçük olduğu için kabul edilebilir bir düzeyde olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.23. Saraçoğlu mahallesinin eğitimine ait performans değerleri

Düzeltilmiş R^2	0.671
MAE	0.100
MSE	0.016
RMSE	0.127
MAPE	0.378

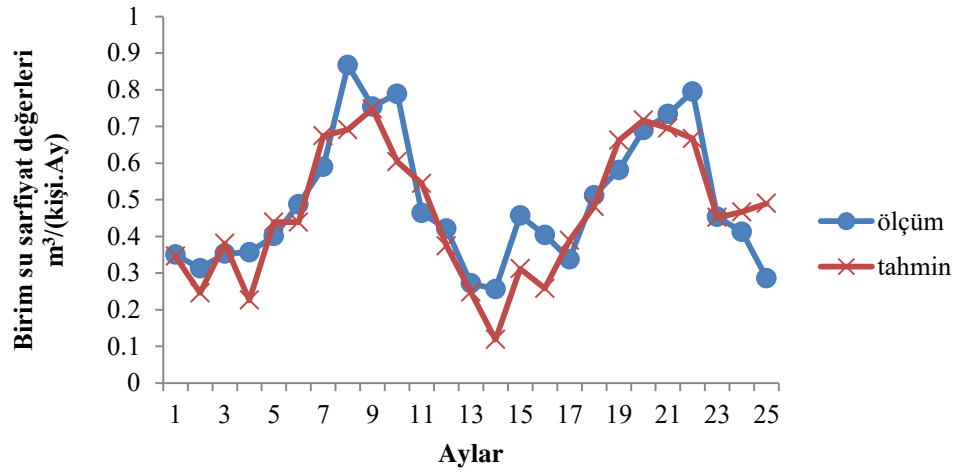
Çizelge 4.24’te Test analizine ait performans değerleri verilmiştir. R^2 değeri 0.735 olup yeterli bir seviyededir. Aynı zamanda Lalebahçe Mahallesi test

performans değerlerinden daha iyi değerlere sahiptir. MAPE değeri 0.179 olarak elde edilmiş olup 0.2'den küçük olduğu için iyi bir düzeyde olduğu söylenebilir.

Şekil 4.7'de test verilerine ait grafik verilmiştir. İncelendiğinde bazı noktalarda ölçüm ile tahmin değerleri arasında biraz fark olsa da geçerli bir ilişkinin olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.24. Saraçoğlu mahallesinin testine ait performans değerleri

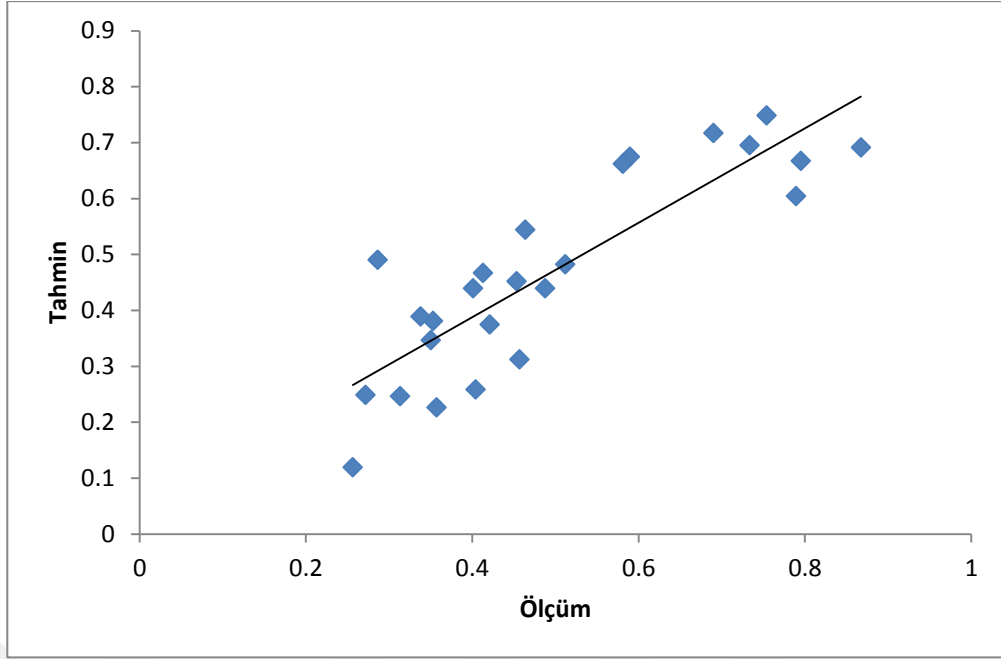
Düzeltilmiş R^2	0.735
MAE	0.078
MSE	0.010
RMSE	0.098
MAPE	0.179



Şekil 4.7. Saraçoğlu mahallesinin testine ait gerçekleşen ile tahmin grafiği

Şekil 4.8'de Saraçoğlu mahallesinin test ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. Test için de iyi bir grafiğe sahiptir. Doğrusal ilişki vardır. Değerler doğruya yakındır. Yani ölçüm ve tahmin değerleri birbirine yakındır.

Sonuç olarak iklim değişkenlerinin Saraçoğlu mahallesi için etkili olduğu söylenebilir. Hem eğitim ve hem test performans değerleri yeterli düzeydedir.



Şekil 4.8. Saraçoğlu mahallesi ÇRA analizi test sonuçlarına ait saçılım grafiği

4.1.4. Gödene mahallesi çoklu regresyon analizi

Gödene Mahallesi de diğer mahalleler gibi toplam 14 değişken ve 59 adet aylık veri ile SPSS programda Stepwise metodu ile analize tabi tutulmuştur. Çizelge 4.25’te ilgili mahalle için tanımlayıcı istatistikler verilmiştir.

Çizelge 4.26’da bağımsız değişkenlerin kendi aralarında korelasyonları verilmiştir. Birim su sarfiyatının en fazla X_3 yani aylık maksimum sıcaklıkla ilişkisi vardır. Buradan da gelecek modelde en etkili bağımsız değişkenin X_3 olarak yer alacağı anlaşılmaktadır. Birim su sarfiyatının önceki mahallelerde de olduğu gibi en az X_4 yani aylık maksimum yağışla ilişkisi vardır. Buradan bu bağımsız değişkenin gelecek modelde yeri olmadığı anlaşılır.

Çizelge 4.27’de değişkenlerin ilişkilerine ait anlamlılıkları verilmiştir. Genel olarak çizelgeden de görüldüğü gibi yeterince ilişkisi olan değişkenlere ait anlamlılık değerleri 0.05’ten küçüktür.

Çizelge 4.28’de analiz sonucunda verilen modellerin özet çizelgesi verilmiştir. Gödene mahallesi için ikinci modelde optimum sonuca ulaştığı için program analizi durdurmuştur. Sonuçlar incelendiğinde toplam 2 model görülmektedir. Analiz ikinci modele diğer bağımsız değişkenleri eklediğinde R^2 ’ye katkıları olmadığı için analizi bitirmiştir ve üçüncü modele geçmemiştir. Modellerde hangi bağımsız değişkenlerin

kullanıldığı aşağıda a ve b olarak verilmiştir. Bu model için sırayla aylık maksimum sıcaklık ve aylık ortalama aktüel basınç açıklayıcı bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Düzeltilmiş R^2 değeri 0.608 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.25. Gödene mahallesinin analizine ait tanımlayıcı istatistikler

	Değişkenler	Ortalama	Std Sapma
y	Birim su sarfıyatı($m^3/Kişi.Ay$)	0.5512	0.2019
x ₁	Aylık Maksimum Aktüel Basınç (hPa)	0.4022	0.2315
x ₂	Aylık Maksimum Nispi Nem (%)	0.8533	0.1755
x ₃	Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	0.5431	0.2597
x ₄	Aylık Maksimum Yağış ($mm=kg÷m^2$) OMGI	0.2764	0.2224
x ₅	Aylık Minimum Aktüel Basınç (hPa)	0.5841	0.2196
x ₆	Aylık Minimum Nispi Nem (%)	0.3550	0.1966
x ₇	Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	0.5704	0.2580
x ₈	Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	0.2919	0.1821
x ₉	Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	0.4888	0.2741
x ₁₀	Aylık Ortalama Rüzgar Hızı ($m÷sn$)	0.4644	0.2483
x ₁₁	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.5457	0.2868
x ₁₂	Aylık Ortalama Subuharı Basıncı hPa	0.4536	0.2683
x ₁₃	Aylık Toplam Yağış ($mm=kg÷m^2$) OMGI	0.2697	0.2372

Çizelge 4.26.Gödene mahallesinin analizine ait korelasyon tablosu

	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃
y	1.000	-0.492	-0.523	0.764	-0.072	0.412	-0.378	0.736	-0.192	-0.596	0.364	0.757	0.702	-0.202
x ₁	-0.492	1.000	0.482	-0.761	0.073	-0.243	0.497	-0.791	0.737	0.677	-0.632	-0.817	-0.726	0.103
x ₂	-0.523	0.482	1.000	-0.569	0.493	-0.128	0.496	-0.601	0.403	0.725	-0.592	-0.612	-0.277	0.489
x ₃	0.764	-0.761	-0.569	1.000	-0.147	0.351	-0.667	0.946	-0.475	-0.884	0.602	0.973	0.823	-0.324
x ₄	-0.072	0.073	0.493	-0.147	1.000	-0.015	0.357	-0.128	0.136	0.455	-0.363	-0.155	0.201	0.840
x ₅	0.412	-0.243	-0.128	0.351	-0.015	1.000	-0.101	0.447	0.340	-0.255	-0.080	0.400	0.447	-0.144
x ₆	-0.378	0.497	0.496	-0.667	0.357	-0.101	1.000	-0.567	0.450	0.782	-0.601	-0.609	-0.298	0.411
x ₇	0.736	-0.791	-0.601	0.946	-0.128	0.447	-0.567	1.000	-0.440	-0.847	0.544	0.980	0.863	-0.325
x ₈	-0.192	0.737	0.403	-0.475	0.136	0.340	0.450	-0.440	1.000	0.501	-0.660	-0.517	-0.391	0.060
x ₉	-0.596	0.677	0.725	-0.884	0.455	-0.255	0.782	-0.847	0.501	1.000	-0.660	-0.884	-0.555	0.565
x ₁₀	0.364	-0.632	-0.592	0.602	-0.363	-0.080	-0.601	0.544	-0.660	-0.660	1.000	0.596	0.389	-0.301
x ₁₁	0.757	-0.817	-0.612	0.973	-0.155	0.400	-0.609	0.980	-0.517	-0.884	0.596	1.000	0.866	-0.324
x ₁₂	0.702	-0.726	-0.277	0.823	0.201	0.447	-0.298	0.863	-0.391	-0.555	0.389	0.866	1.000	-0.008
x ₁₃	-0.202	0.103	0.489	-0.324	0.840	-0.144	0.411	-0.325	0.060	0.565	-0.301	-0.324	-0.008	1.000

Çizelge 4.27. Gödene mahallesinin analizine ait değişkenlerin kendi aralarında korelasyon anlamlılıkları

	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃
y	.	0.000	0.000	0.000	0.293	0.001	0.002	0.000	0.072	0.000	0.002	0.000	0.000	0.063
x ₁	0.000	.	0.000	0.000	0.290	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.219
x ₂	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000
x ₃	0.000	0.000	0.000	.	0.133	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
x ₄	0.293	0.290	0.000	0.133	.	0.456	0.003	0.167	0.152	0.000	0.002	0.121	0.063	0.000
x ₅	0.001	0.032	0.167	0.003	0.456	.	0.224	0.000	0.004	0.026	0.274	0.001	0.000	0.139
x ₆	0.002	0.000	0.000	0.000	0.003	0.224	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.001
x ₇	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
x ₈	0.072	0.000	0.001	0.000	0.152	0.004	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.001	0.325
x ₉	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.000
x ₁₀	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.274	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.001	0.010
x ₁₁	0.000	0.000	0.000	0.000	0.121	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.006
x ₁₂	0.000	0.000	0.017	0.000	0.063	0.000	0.011	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	.	0.477
x ₁₃	0.063	0.219	0.000	0.006	0.000	0.139	0.001	0.006	0.325	0.000	0.010	0.006	0.477	.

Modellerin anlamlılıkları Çizelge 4.29'da gösterilmiştir. Sonuçlar incelenirse anlamlılık tablosunda ikinci modele ait anlamlılığın 0 olduğu görülmektedir. 0.05'ten küçük olduğu için model anlamlıdır. İlgili çizelgede hataların karelerin toplamı (SS), karelerin toplamının ortalaması (MS), serbestlik dereceleri (df) ve F değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.28. Gödene mahallesinin analizine ait model özet tablosu

Modelin Özeti					
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Tahmini Hata	Durbin-Watson
1	0,764 ^a	0.584	0.577	0.1313	
2	0,789 ^b	0.622	0.608	0.1263	1.634

a) Bağımsı değişkenler: Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)

b) Bağımsı değişkenler: Aylık Maksimum Sıcaklık (°C), Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)

Modellerin anlamlılıkları aşağıda Çizelge 4.29' da gösterilmiştir. Sonuçlar incelenirse anlamlılık tablosunda ikinci modele ait anlamlılığın 0 olduğu görülmektedir. 0.05'ten küçük olduğu için model anlamlıdır. İlgili çizelgede hataların karelerin toplamı (SS), karelerin toplamının ortalaması (MS), serbestlik dereceleri (df) ve F değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.29. Gödene mahallesinin analizine ait anlamlılık tablosu

ANOVA						
Model		SS	df	MS	F	Anlamlılık
1	Regresyon	1.381	1	1.381	80.082	0.000
	Kalıntı	0.983	57	0.017		
	Toplam	2.363	58			
2	Regresyon	1.470	2	0.735	46.062	0.000
	Kalıntı	0.893	56	0.016		
	Toplam	2.363	58			

Çizelge 4.30’da ilgili modellerin katsayıları, t değerleri ve anlamlılıkları verilmiştir. Bu tablodaki katsayıları kullanarak modele ait denklem 4.4’te verilmiştir.

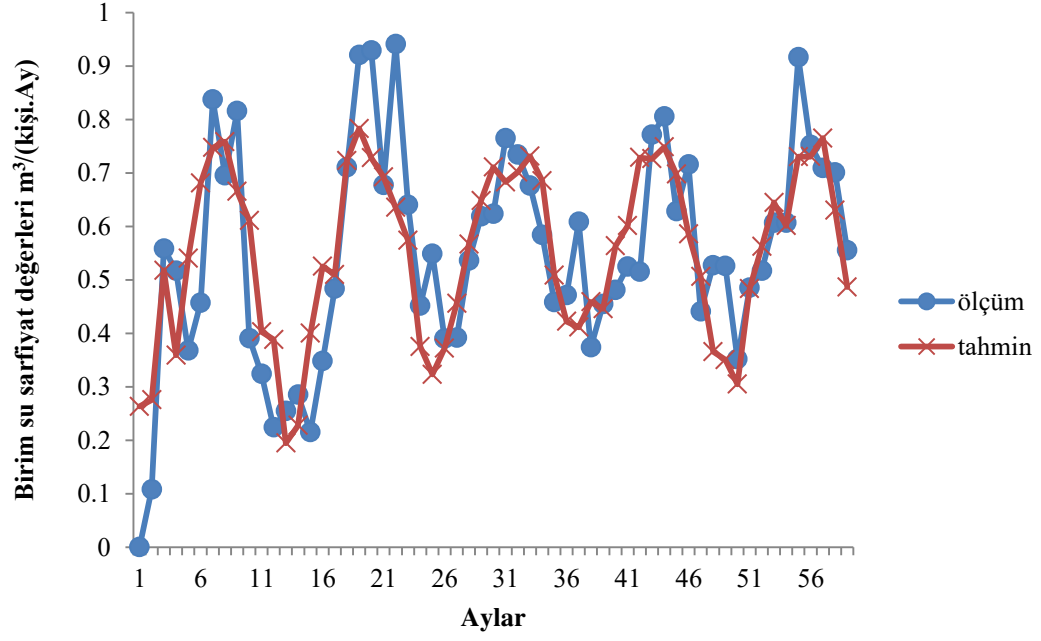
$$Y=0.113+0.675X_3+0.245X_8 \quad (4.4)$$

Çizelge 4.30’dan görüldüğü gibi en yüksek R^2 ’ye sahip ikinci modelin bağımsız değişkenleri, aylık maksimum sıcaklık ve aylık ortalama aktüel basınçtır. En etkili bağımsız değişkeni bulmak için standardize edilmiş katsayılar incelendiğinde, en önemli bağımsız değişken aylık maksimum sıcaklık olup birim su sarfiyatla pozitif ilişkisi vardır. Bu nedenle aylık maksimum sıcaklık arttığında birim su sarfiyatında artacağı anlaşılmaktadır. Aylık ortalama aktüel basıncında birim su sarfiyatı ile pozitif ilişkisi vardır. Modelde olan değişkenlerin anlamlılıklarına bakıldığında ikinci değişken için (Aylık Ortalama Aktüel Basınç) bu değer artmış ve 0.022 olmuştur. Yine de 0.05’ten küçük olduğu için anlamlıdır.

Çizelge 4.30. Gödene mahallesinin Çoklu Regresyon Analizi için katsayılar tablosu

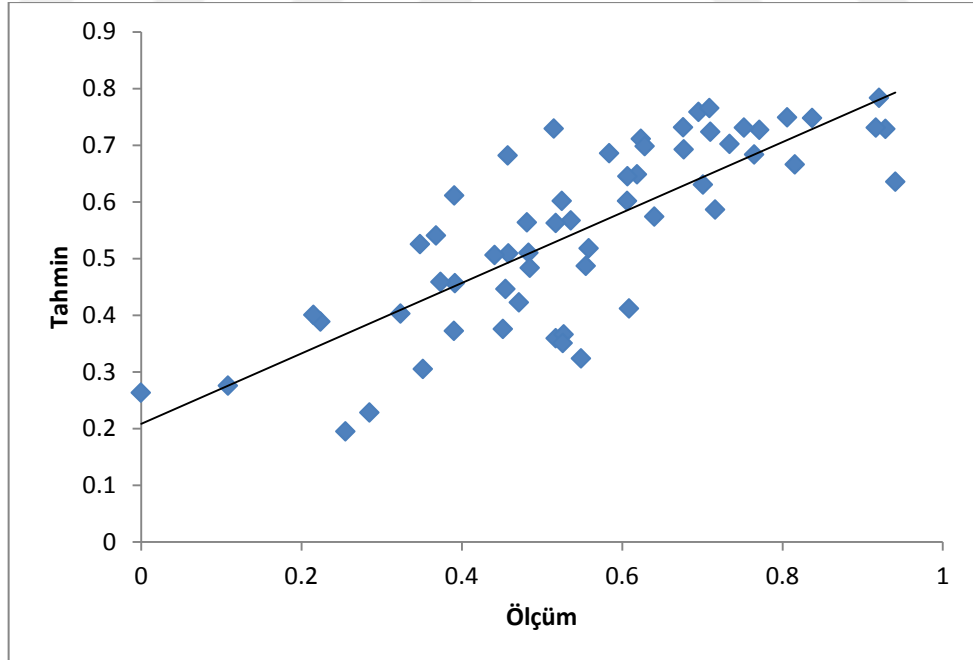
Model	Adı	standardize edilmemiş β	standart hata	standardize edilmiş β	t	Anlamlılık
1	(Sabit)	0.229	0.04		5.73	0
	Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	0.594	0.066	0.764	8.949	0
2	(Sabit)	0.113	0.062		1.815	0.075
	Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	0.675	0.073	0.869	9.309	0
	Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	0.245	0.104	0.221	2.365	0.022

Şekil 4.9’da eğitim veri setine ait ölçüm ve tahmin değerleri aynı grafikte gösterilmiştir. Çoğu yerde değerler birbirine yakın iken bazı yerlerde de farklar vardır. Sonuç olarak yeterli seviyede bir ilişkinin kurulduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.9. Gödene Mahallesi'nin eğitime ait grafik gösterimi

Şekil 4.10'da Gödene mahallesi'nin eğitim ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. Lalebahçe ve Saraçoğlu mahalleleri kadar olmasa da doğrusal ilişki vardır.



Şekil 4.10. Gödene mahallesi ÇRA analizi eğitim sonuçlarına ait saçılım grafiği

Eğitim sonuçlarının daha iyi incelenmesi ve araştırılması için performans ve hata değerleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.31’de eğitime ait performans değerleri verilmiştir. Bu değerler ilerdeki bölümlerde daha iyi bir sonuç elde etmek için YSA sonuçlarıyla kıyaslanacaklar. Yalnız MAPE değeri için 0.211 değeriyle 0.5’ten küçük olduğu için kabul edilebilir bir seviyede ilişkinin kurulmuş olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.31. Gödene mahallesinin eğitimine ait performans değerleri

Düzeltilmiş R^2	0.608
MAE	0.099
MSE	0.015
RMSE	0.123
MAPE	0.212

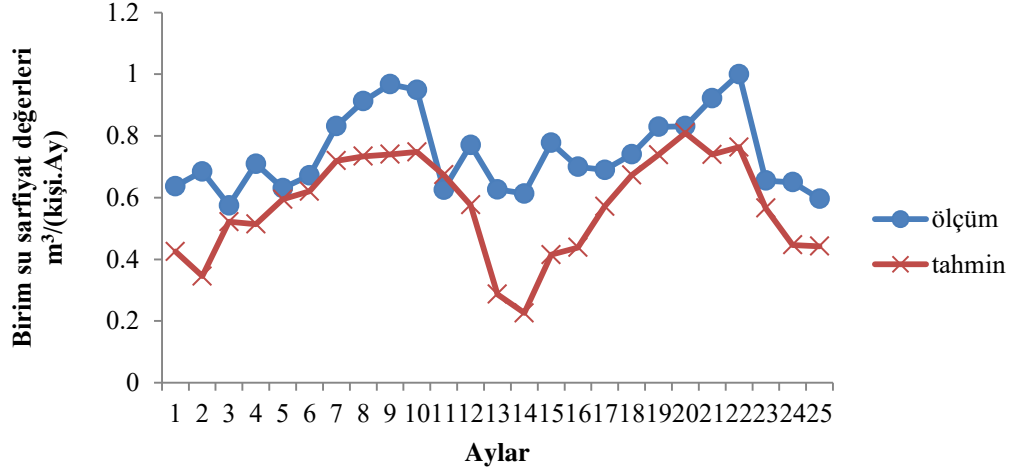
Çizelge 4.32’de test analizine ait performans değerleri verilmiştir. R^2 değeri 0.519 olarak elde edilmiştir. MAPE değeri 0.239 olup 0.2’ye yakın olduğu için iyi bir değerdir. Sonuçlar genel olarak performans değerlerinden de anlaşılacağı gibi iyi bir düzeydedir.

Şekil 4.11’de test verilere ait grafik verilmiştir. Şekil incelenirse ölçüm değerler ile tahmin değerleri arasında yeterli bir seviyede ilişki kurulamamış olduğu ve test sonuçlarının yeterince başarılı olamadığı görülmektedir.

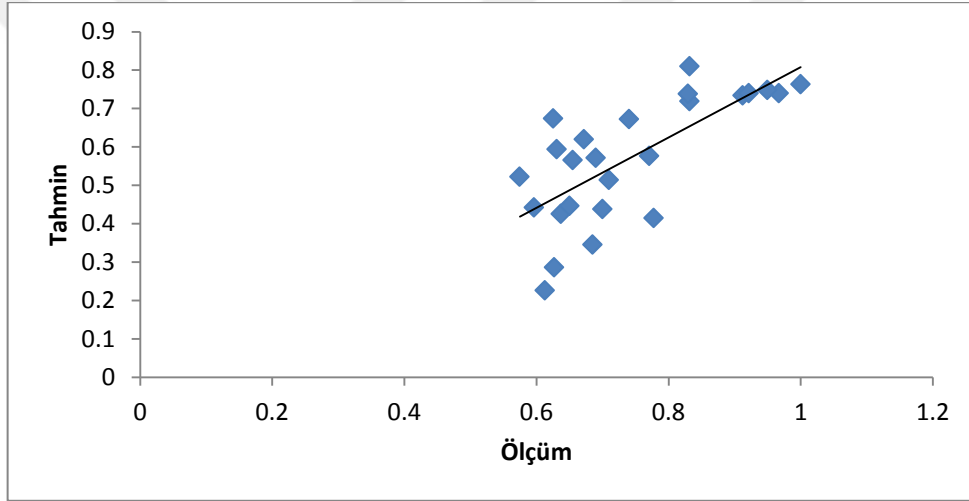
Çizelge4.32.Gödene mahallesinin testine ait performans değerleri

Düzeltilmiş R^2	0.519
MAE	0.175
MSE	0.041
RMSE	0.204
MAPE	0.240

Şekil 4.12’de Gödene mahallesinin Test ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. İlişki kabul edilebilir düzeydedir.



Şekil 4.11. Gödene Mahallesi'nin test sonuçlarına ait grafik gösterim



Şekil 4.12. Gödene mahallesi ÇRA analizi test sonuçlarına ait saçılım grafiği

4.1.5. Yazır mahallesi çoklu regresyon analizi

Yazır Mahallesi de diğer mahalleler gibi toplam 14 değişken ve 59 adet aylık veri ile SPSS programda Stepwise metodu ile analize tabi tutulmuştur. Çizelge 4.33'te tanımlayıcı istatistikler verilmiştir. Çizelge 4.34'te bağımsız değişkenlerin kendi aralarında korelasyonları verilmiştir. İlgili bölge için birim su sarfiyatının en çok X_{12} yani ortalama su buharı basıncı ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.35'te değişkenlerin ilişkilerine ait anlamlılıkları gösterilmiştir. Diğer mahallelerde de olduğu gibi Çizelge 4.34'te kendi aralarında büyük korelasyon ya da

başka deyişle ilişkiye sahip olan değişkenlere ait anlamlılıklar 0.05'ten küçük olup anlamlı olarak kabul edilmişlerdir.

Çizelge 4.33. Yazır mahallesinin analizine ait tanımlayıcı istatistikler

	Değişkenler	Ortalama	Std Sapma
y	Birim su sarfiyatı (mesken)(m ³ /Kişi.Ay)	0.507	0.258
x ₁	Aylık Maksimum Aktüel Basınç (hPa)	0.402	0.232
x ₂	Aylık Maksimum Nispi Nem (%)	0.853	0.176
x ₃	Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	0.543	0.260
x ₄	Aylık Maksimum Yağış (mm=kg÷m ²) OMGI	0.276	0.222
x ₅	Aylık Minimum Aktüel Basınç (hPa)	0.584	0.220
x ₆	Aylık Minimum Nispi Nem (%)	0.355	0.197
x ₇	Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	0.570	0.258
x ₈	Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	0.292	0.182
x ₉	Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	0.489	0.274
x ₁₀	Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	0.464	0.248
x ₁₁	Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.546	0.287
x ₁₂	Aylık Ortalama Subuharı Basıncı hPa	0.454	0.268
x ₁₃	Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) OMGI	0.270	0.237

Çizelge 4.34. Yazır mahallesinin analizine ait korelasyon tablosu

	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇	x ₈	x ₉	x ₁₀	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃
y	1.000	-0.132	-0.059	0.332	0.128	0.224	0.078	0.310	0.058	-0.112	0.019	0.301	0.416	0.012
x ₁	-0.132	1.000	0.482	-0.761	0.073	-0.243	0.497	-0.791	0.737	0.677	-0.632	-0.817	-0.726	0.103
x ₂	-0.059	0.482	1.000	-0.569	0.493	-0.128	0.496	-0.601	0.403	0.725	-0.592	-0.612	-0.277	0.489
x ₃	0.332	-0.761	-0.569	1.000	-0.147	0.351	-0.667	0.946	-0.475	-0.884	0.602	0.973	0.823	-0.324
x ₄	0.128	0.073	0.493	-0.147	1.000	-0.015	0.357	-0.128	0.136	0.455	-0.363	-0.155	0.201	0.840
x ₅	0.224	-0.243	-0.128	0.351	-0.015	1.000	-0.101	0.447	0.340	-0.255	-0.080	0.400	0.447	-0.144
x ₆	0.078	0.497	0.496	-0.667	0.357	-0.101	1.000	-0.567	0.450	0.782	-0.601	-0.609	-0.298	0.411
x ₇	0.310	-0.791	-0.601	0.946	-0.128	0.447	-0.567	1.000	-0.440	-0.847	0.544	0.980	0.863	-0.325
x ₈	0.058	0.737	0.403	-0.475	0.136	0.340	0.450	-0.440	1.000	0.501	-0.660	-0.517	-0.391	0.060
x ₉	-0.112	0.677	0.725	-0.884	0.455	-0.255	0.782	-0.847	0.501	1.000	-0.660	-0.884	-0.555	0.565
x ₁₀	0.019	-0.632	-0.592	0.602	-0.363	-0.080	-0.601	0.544	-0.660	-0.660	1.000	0.596	0.389	-0.301
x ₁₁	0.301	-0.817	-0.612	0.973	-0.155	0.400	-0.609	0.980	-0.517	-0.884	0.596	1.000	0.866	-0.324
x ₁₂	0.416	-0.726	-0.277	0.823	0.201	0.447	-0.298	0.863	-0.391	-0.555	0.389	0.866	1.000	-0.008
x ₁₃	0.012	0.103	0.489	-0.324	0.840	-0.144	0.411	-0.325	0.060	0.565	-0.301	-0.324	-0.008	1.000

Çizelge 4.36'da analiz sonucunda elde edilen modellerin özet tablosu verilmiştir. Çizelgeye bakıldığında toplam 2 model görülmektedir. Her modelde hangi bağımsız değişkenlerin kullanıldığı a ve b olarak verilmiştir. En uygun model son model yani ikinci model olup, ondan sonra yeni bağımsız değişkenler ilave edilmemiştir. Bu model için aylık ortalama su buharı basıncı ve aylık maksimum aktüel basınç açıklayıcı

bağımsız değişken olarak kullanılmıştır Düzeltilmiş R^2 değeri 0.206 olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.35. Yazır mahallesinin analizine ait değişkenlerin kendi aralarında korelasyon anlamlılıkları

	y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃
y	.	0.159	0.330	0.005	0.166	0.044	0.280	0.008	0.332	0.199	0.444	0.010	0.001	0.463
X ₁	0.159	.	0.000	0.000	0.290	0.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.219
X ₂	0.330	0.000	.	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000
X ₃	0.005	0.000	0.000	.	0.133	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
X ₄	0.166	0.290	0.000	0.133	.	0.456	0.003	0.167	0.152	0.000	0.002	0.121	0.063	0.000
X ₅	0.044	0.032	0.167	0.003	0.456	.	0.224	0.000	0.004	0.026	0.274	0.001	0.000	0.139
X ₆	0.280	0.000	0.000	0.000	0.003	0.224	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.001
X ₇	0.008	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
X ₈	0.332	0.000	0.001	0.000	0.152	0.004	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.001	0.325
X ₉	0.199	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.000	0.000	0.000
X ₁₀	0.444	0.000	0.000	0.000	0.002	0.274	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.001	0.010
X ₁₁	0.010	0.000	0.000	0.000	0.121	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.	0.000	0.006
X ₁₂	0.001	0.000	0.017	0.000	0.063	0.000	0.011	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	.	0.477
X ₁₃	0.463	0.219	0.000	0.006	0.000	0.139	0.001	0.006	0.325	0.000	0.010	0.006	0.477	.

Çizelge 4.36. Yazır mahallesinin analizine ait model özet tablosu

Modelin Özeti					
Model	R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Std. Tahmini Hata	Durbin-Watson
1	0.416 ^a	0.173	0.158	0.2369	
2	0.483 ^b	0.234	0.206	0.2300	0.771

a) Bağımsız Değişken: Aylık Ortalama Su buharı Basıncı

b) Bağımsız Değişken: Aylık Ortalama Su buharı Basıncı, Aylık Maksimum Aktüel Basınç

Anlamlılık tablosu incelenirse, Çizelge 4.37’de anlamlılık tablosunda ikinci modele ait anlamlılığı 0.001’dir. 0.05’ten küçük olduğu için model anlamlıdır. Bu tabloda verilen diğer sütunlarda ise karelerin toplamı, karelerin toplamının ortalaması, serbestlik dereceleri ve F değerleri de ayrıca verilmiştir.

Çizelge 4.38’de modellerin katsayıları, t değerleri ve anlamlılıkları verilmiştir. Bu katsayılardan yola çıkarak modele ait denklem aşağıda denklem 4.5’te verilmiştir.

$$Y = 0.052 + 0.399X_1 + 0.65X_{12} \quad (4.5)$$

Çizelge 4.37. Yazır mahallesinin analizine ait anlamlılık tablosu

ANOVA						
Model		SS	df	MS	F	Anlamlılık
1	Regresyon	0.668	1	0.668	11.915	0.001
	Kalıntı	3.198	57	0.056		
	Toplam	3.866	58			
2	Regresyon	0.903	2	0.452	8.534	0.001
	Kalıntı	2.963	56	0.053		
	Toplam	3.866	58			

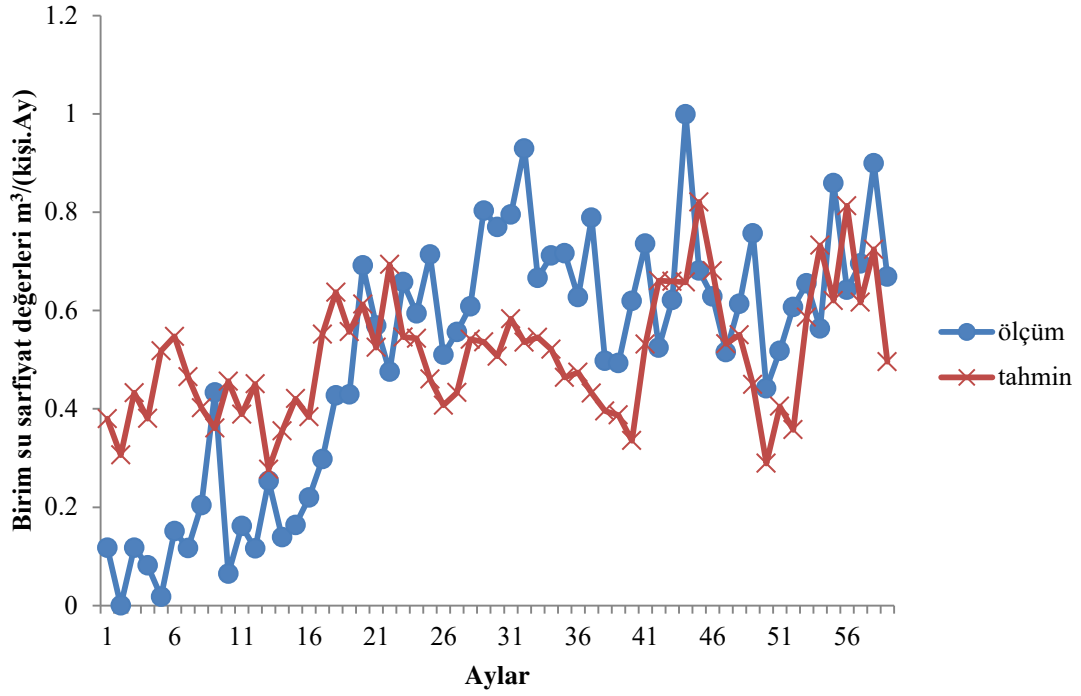
Analiz sonucunda en yüksek R^2 değerine sahip olan ikinci modelin bağımsız değişkenleri aylık ortalama su buharı basıncı ve aylık maksimum aktüel basınçtır. Standardize edilmiş katsayılara bakıldığında en etkili bağımsız değişken aylık ortalama su buharı basıncı olup birim su sarfiyatla pozitif ilişkisi vardır. Bu nedenle aylık ortalama su buharı basıncı arttığında birim su sarfiyatı da artar. Aylık maksimum aktüel basınçta birim su sarfiyatı ile pozitif ilişkisi vardır.

Çizelge 4.38. Yazır mahallesi için SPSS analizi katsayılar tablosu

Katsayılar						
Model	Adı	standardize edilmemiş β	standart hata	standardize edilmiş β	t	Anlamlılık
		B	Std. Error	Beta		
1	(Sabit)	0.326	0.061		5.346	0
	Aylık Ortalama Subuharı Basıncı hPa	0.400	0.116	0.416	3.452	0.001
2	(Sabit)	0.052	0.143		0.362	0.719
	Aylık Ortalama Subuharı Basıncı hPa	0.650	0.164	0.676	3.974	0
	Aylık Maksimum Aktüel Basınç (hPa)	0.399	0.19	0.358	2.106	0.04

Modelde olan değişkenlerin anlamlılıklarına bakıldığında ikinci değişken için bu değer artmış ve 0.04 olmuştur. Yine de 0.05'ten küçük olduğu için anlamlıdır.

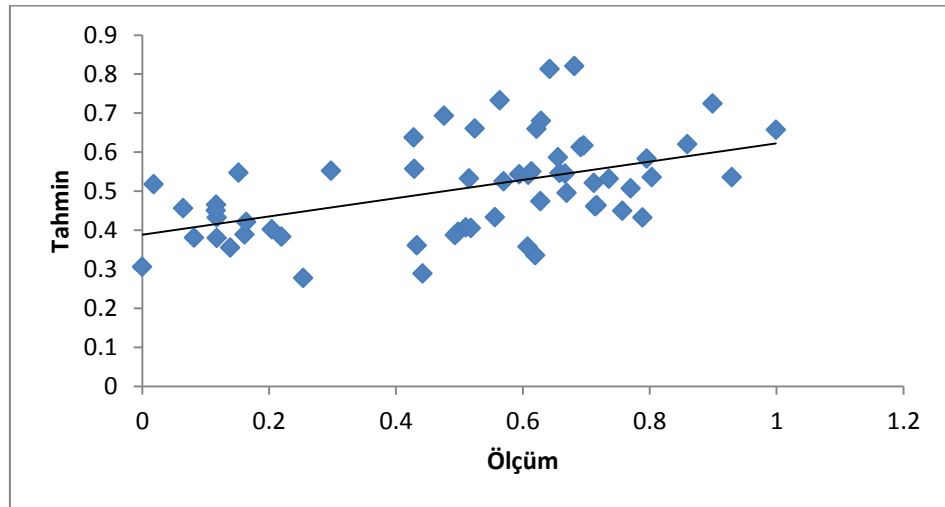
Şekil 4.13'te eğitim veri setine ait ölçüm ve tahmin değerleri aynı grafikte gösterilmiştir. Grafikten de anlaşılabileceği gibi model bu aşamada başarısız olmuştur. Diğer mahallelere kıyasla en başarısız ilişkinin Yazır mahallesinde elde edildiği görülmüştür. Genel olarak Yazır mahallesinin oldukça yoğun bir yerleşime sahip olması, ilgili mahalledeki su tüketim karakterlerinin daha farklı değişkenler tarafından daha yoğun bir şekilde etkilenmiş olabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 4.13. Yazır mahallesinin eğitime ait grafik gösterim

Şekil 4.14’te Yazır mahallesinin eğitim ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. Diğer mahallelerden farklı olarak iyi bir grafiğe sahip olmamasıdır. Doğrunun eğimi 45 dereceye ne kadar yakın ise o kadar tahmin ve ölçüm değerleri birbirine yakındır.

Çizelge 4.39’da eğitime ait performans değerleri verilmiştir. MAPE değeri 1.171 olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.14. Yazır mahallesi ÇRA analizi eğitim sonuçlarına ait saçılım grafiği

Çizelge 4.39. Yazır mahallesinin eğitimine ait performans değerleri

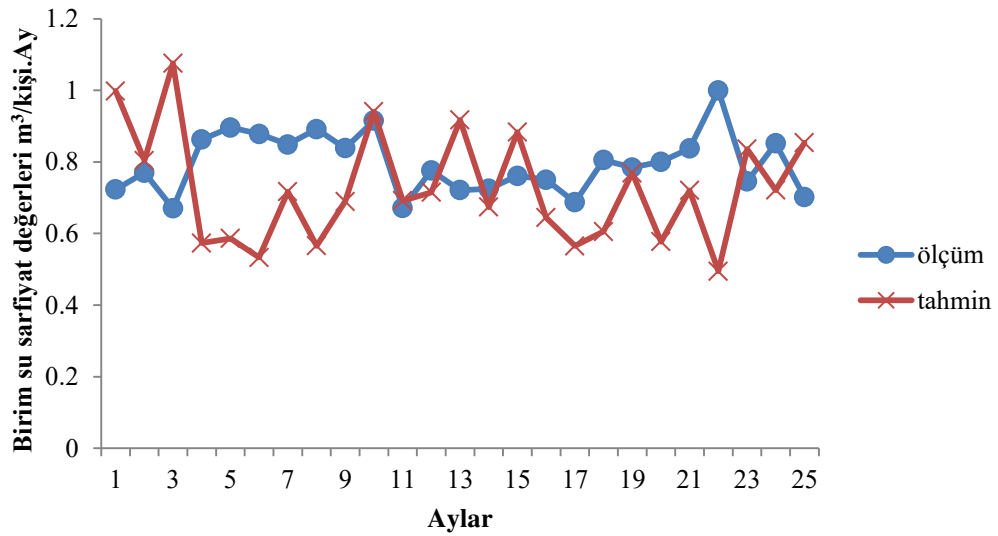
Düzeltilmiş R^2	0.206
MAE	0.196
MSE	0.050
RMSE	0.224
MAPE	1.171

Çizelge 4.40’de test analizine ait performans değerleri verilmiştir. R^2 değeri 0.247 olarak elde edilmiştir.

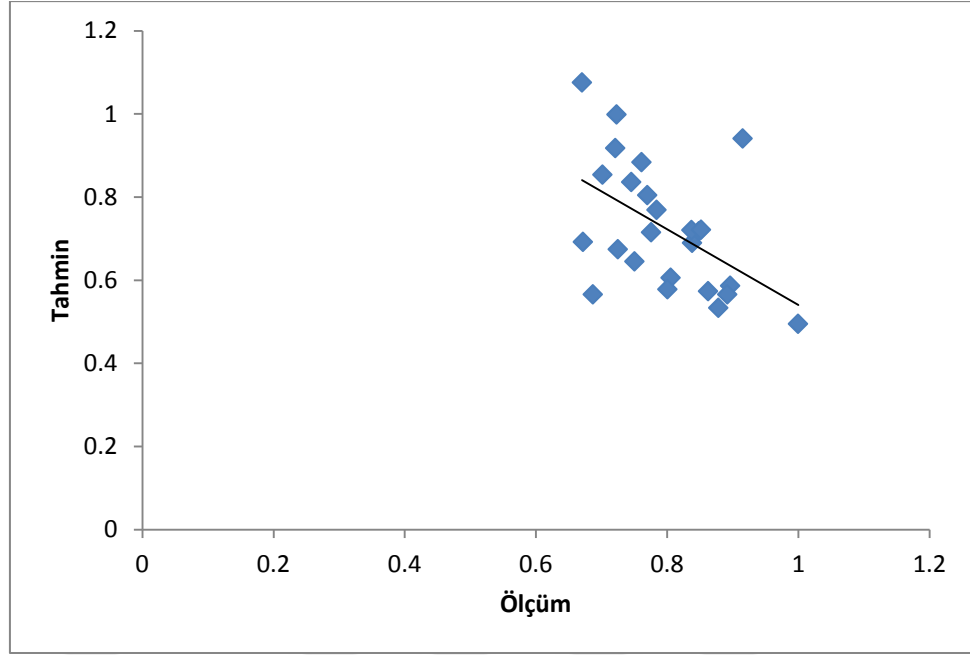
Çizelge4.40. Yazır mahallesinin testine ait performans değerleri

Düzeltilmiş R^2	0.247
MAE	0.176
MSE	0.047
RMSE	0.217
MAPE	0.218

Şekil 4.15’te test verilerine ait grafik gösterilmiştir. İlgili şekil incelenirse yine eğitim sonuçlarına benzer bir şekilde başarısız bir ilişkinin var olduğu görülebilir.

**Şekil 4.15.** Yazır mahallesinin testine ait grafik gösterim

Şekil 4.16’da Yazır mahallesinin test ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. Kötü bir grafik ve kötü bir ilişki anlaşılmaktadır.



Şekil 4.16. Yazır mahallesi ÇRA analizi test sonuçlarına ait saçılım grafiği

Sonuç olarak iklim değişkenlerinin Yazır mahallesi su tüketim değerleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Çoklu Regresyon Analizleri için genelleme yapılacak olursa; iklimsel değişkenlerin Yazır mahallesi dışındaki diğer mahallelerde su tüketimi üzerinde fazla olmasa da yinede etkilerinin olduğu fakat Yazır mahallesinden iklimsel değişkenlerin su tüketimi üzerinde fazla bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Genel olarak tüm mahalleler için iklimsel değişkenler ele alınırsa ortalama sıcaklığın en etkili faktör olduğunu anlaşılmaktadır. Ortalama sıcaklık Lalebahçe ve Saraçoğlu mahalleleri için en etkili değişken olup Gödene mahallesi için ikinci ve Yazır mahallesi için dördüncü en iyi değişken konumundadır. Sosyoekonomik açıdan bakıldığında Lalebahçe ve Saraçoğlu mahallelerinin ikisi de az katlı yapılaşmanın olduğu bölgeler olup ortalama sıcaklığın iki mahalle içinde su tüketimi üzerinde benzer davrandığı görülmüştür.

Aylık minimum sıcaklık Lalebahçe, Saraçoğlu, Gödene ve Yazır mahalleleri için sırasıyla; ikinci, ikinci, üçüncü ve üçüncü etkili değişkendir. Yine aynı ortalama sıcaklık gibi işareti pozitif olup arttıkça birim su sarfiyat artmaktadır. Lalebahçe ve Saraçoğlu mahalleleri için aynı konumda olup su tüketimine büyük etkisi vardır. Gödene mahallesi için de etkili olup Yazır mahallesine gelince bu değer önemli derecede azalmaktadır.

Aylık maksimum sıcaklık Lalebahçe, Saraçoğlu, Gödene ve Yazır mahalleleri için sırasıyla üçüncü, üçüncü, birinci ve ikinci etkili değişkendir. Diğer sıcaklık değişkenlerinde olduğu gibi birim su sarfiyatıyla pozitif ilişkisi vardır. Gödene mahallesi için maksimum sıcaklık diğer parametrelere göre en etkili değişkendir.

Mevcut mahalleler için genel olarak sıcaklığın en etkili değişken olduğu, özellikle az katlı mahalleler için diğer iki mahalleye kıyasla daha fazla etkili olduğu ifade edilebilir.

Aylık ortalama nispi nem Lalebahçe, Saraçoğlu, Gödene ve Yazır mahalleleri için sırasıyla dördüncü, beşinci, beşinci ve sekizinci etkili değişkendir. Ortalama nispi nem birim su sarfiyatıyla ters ilişkisi vardır. Yine diğer iklim değişkenleri gibi en az Yazır mahallesi için etkilidir.

4.2. Faktör Analizi

Faktör analizinin yapılmasındaki amaç, analizde var olan çok sayıda değişkeni ortak özellikleri yardımıyla daha az olan genel değişkenler veya faktörlere ayırmaktır. Bu nedenle bağımlı değişken olan birim su sarfiyatı ile bağımsız değişkenler faktör analizine tabi tutulmuştur. Bu analizden beklenen sonuç daha önce çoklu regresyonda da görüldüğü gibi birim su sarfiyatının onunla korelasyonları ve ilişkileri yüksek olan bağımsız değişkenlerle aynı faktör altına girmesidir. Bu faktör altına aynı zamanda kendi aralarında yüksek korelasyonları olanlar da girmektedir.

4.2.1. Lalebahçe mahallesi için faktör analizi sonuçları

Bu aşamada faktör analizi için Lalebahçe mahallesine ait 2011 - 2017 dönemine ait verilerin %70'i alınmıştır. Diğer iki analizle aynı koşulların tatbik edilmesi amacıyla bu veriler normalleştirildikten sonra SPSS programı ile Faktör Analizi yapılmıştır. Gerekli Faktör Analizi ayarlamaları yapıldıktan sonra Faktör Analizi başlatılmıştır. Değişik Faktör Analizi yöntemleriyle döndürmeler yapıldığında genelde 3 faktör elde edilir. Varimax ve Oblimin sonuçlarındaki tek fark; aylık minimum nispi nem Varimax yönteminde ikinci faktöre girerken Oblimin yönteminde az farkla birinci faktöre girmektedir. Varimax sonuçları devamında verilmiştir.

Kayser-Meyer-olkin (KMO) testi örneklem büyüklüğünün uygunluğuyla ilgilidir. Çizelge 4.41'e bakıldığında KMO değeri 0.798 olup ve Bartlett'in küresellik

testi sonucunda ise anlamlılık 0 olarak elde edilmiştir. Böylece 0.05'ten küçük olduğu için anlamlı olup 0 hipotezi reddedilir. Dolayısıyla kullanılan değişkenler arasında ilişki vardır. KMO değeri 0.6'dan büyük olduğundan ve aynı zamanda değişkenler arasında ilişki var olduğundan değişkenler faktör analizi için uygundur.

Çizelge 4.41. Lalebahçe mahallesine ait KMO tablosu

Kayser-Meyer-olkin Örnekleme Yeterliliğinin Ölçümü.		0.798
Bartlett'in Küresellik Testi	Yaklaşık. Ki-Kare	1181.630
	df	91
	anlamlılık	0.000

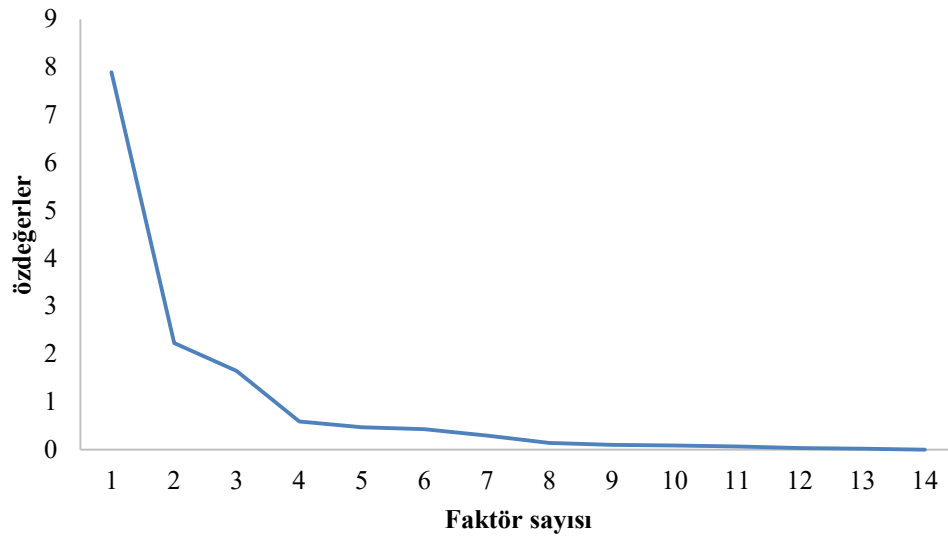
Çizelge 4.42'de özdeğerleri (Eigenvalues) 1'den büyük olan toplam 3 genel faktör bulunmuştur. Özdeğerler sütunundan sonra sırayla varyans yüzdeleri ve birikimli varyans yüzdeleri verilmiştir. Görüldüğü gibi birinci faktöre ait varyans yüzdesi 56.373'dir. Yani toplam varyansın %56.373'ünü açıklamaktadır. İkinci faktöre bakıldığında varyans yüzdesi 15.926'dır. Birinci ve ikinci faktör birlikte toplam varyansın %72.298'ini açıklamaktadır. Üçüncü faktöre ait varyans yüzdesi 11.748'dir. 3 faktör birlikte toplam varyansın 84.047'ini açıklamaktadır.

Çizelge 4.42. Lalebahçe mahallesine ait özdeğerler ve açıklanan varyans yüzdesi

Değişken	Faktör çıkarmadan önce			Faktör çıkardıktan sonra		
	Özdeğerler	Varyans Yüzdeleri (%)	Birikimli varyans yüzdeler (%)	Özdeğerler	Varyans Yüzdeleri (%)	Birikimli varyans yüzdeler (%)
1	7.892	56.373	56.373	7.892	56.373	56.373
2	2.230	15.926	72.298	2.230	15.926	72.298
3	1.645	11.748	84.047	1.645	11.748	84.047
4	0.588	4.200	88.247			
5	0.470	3.354	91.601			
6	0.426	3.043	94.644			
7	0.296	2.112	96.756			
8	0.141	1.009	97.766			
9	0.102	0.732	98.498			
10	0.089	0.634	99.132			
11	0.065	0.465	99.597			
12	0.033	0.237	99.834			
13	0.020	0.144	99.979			
14	0.003	0.021	100			

Faktör sayısını belirlerken kullanılacak bir diğer yöntem faktör analizi çizgi grafiğidir. Genel olarak çizgi grafiğinde eğimin kaybolmaya başladığı noktaya denk gelen sayı faktör sayısını belirler.

Her ne kadar Şekil 4.17’de faktör sayısı için önerilen değer 4 olsa da Çizelge 4.42’de görüldüğü gibi 4. faktörün özdeğeri 1’den küçük olduğu için faktör sayısı 3 olarak belirlenmiştir. Şekil 4.17’de Lalebahçe mahallesine ait çizgi grafiği (Scree Plot) verilmiştir.



Şekil 4.17. Lalebahçe mahallesine ait çizgi grafiği

Çizelge 4.43’te döndürülmüş faktör matrisi tablosunun sonuçlarıyla üretilmiş faktör analiz sonuçları bulunmaktadır. Birinci faktöre toplam 7 değişken girmiştir. Bunlar aylık minimum sıcaklık (°C), aylık ortalama sıcaklık (°C), aylık ortalama subuharı basıncı (hPa), aylık maksimum sıcaklık (°C), birim su sarfıyatı, aylık maksimum aktüel basınç (hPa) ve aylık ortalama nispi nem (%) değişkenleridir. Dikkatli incelediğinde bu faktörde en çok sıcaklıkla ilgili değişkenler birikmiştir. Bu yüzden bu faktör Sıcaklık olarak adlandırılmıştır. Bu faktörün diğer bir özelliği ise diğer iki analizde (çoklu regresyon ve YSA analizleri) bağımlı değişken olan birim su sarfıyatı bu faktöre dâhil olmuştur.

İkinci faktöre toplam 4 değişken girmiştir. Bunlar aylık maksimum yağış, aylık toplam yağış, aylık maksimum nispi nem (%) ve aylık minimum nispi nem (%) değişkenleridir. Bu sebeplerden dolayı ikinci faktör yağış olarak isimlendirilmiştir.

Üçüncü faktör 3 değişkenden meydana gelmiştir. Bunlar aylık ortalama aktüel basınç (hPa), aylık minimum aktüel basınç (hPa) ve aylık ortalama rüzgâr hızı (m÷sn) değişkenleridir. Bu faktörde de basınç baskın değişkeni hâkim olduğundan bu faktör basınç olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 4.43. Lalebahçe mahallesine ait açıklayıcı faktör analizi sonuçları

Dödürülmüş faktör matrisi			
	faktörler		
	1.Sıcaklık	2.Yağış	3.Basınç
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	0.95		
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.945		
Aylık Ortalama Subuharı Basıncı (hPa)	0.93		
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	0.91		
birim su sarfıyatı	0.851		
Aylık Maksimum Aktüel Basınç (hPa)	-0.779		
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	-0.73		
Aylık Maksimum Yağış (mm=kg÷m ²) OMGI		0.934	
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) OMGI		0.917	
Aylık Maksimum Nispi Nem (%)		0.606	
Aylık Minimum Nispi Nem (%)		0.486	
Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)			0.874
Aylık Minimum Aktüel Basınç (hPa)			0.677
Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)			-0.656

4.2.2. Saraçoğlu mahallesi için faktör analizi sonuçları

Lalebahçe Mahallesi için daha önce anlatıldığı gibi Saraçoğlu Mahallesi için de 2011 ile 2017 arasındaki toplam verinin %70'i kullanılmıştır. Kullanılan 13 meteorolojik değişken ve birim su tüketimi olmak üzere 14 değişkene Faktör Analizi uygulanmıştır. Faktörler Oblimin yöntemiyle döndürülmüştür.

Çizelge 4.44'e bakıldığında KMO değeri 0.793 olup ve Bartlett'in küresellik testi sonucu ise anlamlılık 0 olarak elde edilmiştir. Böylece elde edilen anlamlılık 0.05'ten küçük olduğu için anlamlı olup 0 hipotezi reddedilir. Dolayısıyla kullanılan değişkenler arasında ilişki vardır. KMO değeri 0.6'dan büyük olduğundan ve aynı zamanda değişkenler arasında ilişki var olduğundan değişkenler faktör analizi için uygundur.

Çizelge 4.44. Saraçoğlu mahallesine ait KMO tablosu

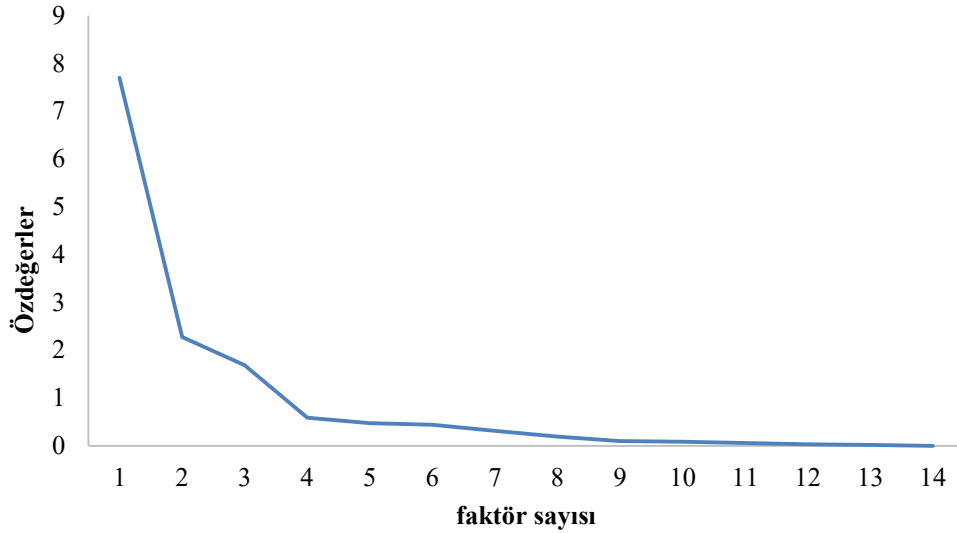
Kayser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterliliğinin Ölçümü.		0.793
Bartlett'in Küresellik Testi	Yaklaşık. Ki-Kare	1154.910
	df	91
	anlamlılık	0.000

Çizelge 4.45'te özdeğerleri 1'den büyük olan toplam 3 genel faktör bulunmuştur. Özdeğerler sütunundan sonra sırayla varyans yüzdeleri ve birikimli varyans yüzdeleri verilmiştir. Görüldüğü gibi birinci faktöre ait varyans yüzdesi 54.998'dir. Yani toplam varyansın %54.998'ini açıklamaktadır. İkinci faktöre bakıldığında varyans yüzdesi 16.282'dir. Birinci ve ikinci faktör birlikte toplam varyansın %71.280'ini açıklamaktadırlar. Üçüncü faktöre ait varyans yüzdesi 12.048'dir. 3 faktör birlikte toplam varyansın 83.328'ini açıklamaktadır.

Çizelge 4.45. Saraçoğlu mahallesine ait özdeğerler ve açıklanan varyans yüzdesi

Özdeğerler ve açıklanan varyans yüzdesi						
Değişken	Faktör çıkarmadan önce			Faktör çıkardıktan sonra		
	Özdeğerler	Varyans Yüzdeleri (%)	Birikimli varyans yüzdeler (%)	Özdeğerler	Varyans Yüzdeleri (%)	Birikimli varyans yüzdeler (%)
1	7.700	54.998	54.998	7.700	54.998	54.998
2	2.279	16.282	71.280	2.279	16.282	71.280
3	1.687	12.048	83.328	1.687	12.048	83.328
4	0.593	4.235	87.563			
5	0.473	3.380	90.943			
6	0.441	3.150	94.093			
7	0.318	2.274	96.366			
8	0.198	1.414	97.780			
9	0.101	0.720	98.500			
10	0.090	0.641	99.141			
11	0.064	0.460	99.601			
12	0.033	0.237	99.838			
13	0.019	0.139	99.977			
14	0.003	0.023	100.000			

Şekil 4.18'de Saraçoğlu Mahallesine ait çizgi grafiği verilmiştir. Grafik incelendiğinde 4 noktasından sonra grafik eğimini kaybetmiştir ama bu noktaya karşılık gelen düşey eksenindeki özdeğer 1'den küçük olduğu için yapılan analiz tarafından faktör olarak alınmamaktadır. Sonuç olarak Saraçoğlu Mahallesi için faktör sayısı 3 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.18. Saraçoğlu mahallesi için çizgi grafiği

Çizelge 4.46’da faktörler ve onlara dâhil edilen değişkenler bulunmaktadır. Birinci faktöre toplam 7 değişken girmiştir. Bunlar aylık ortalama sıcaklık (°C), aylık minimum sıcaklık (°C), aylık maksimum sıcaklık (°C), aylık ortalama su buharı basıncı (hPa), birim su sarfıyatı, aylık maksimum aktüel basınç (hPa) ve aylık ortalama nispi nem (%) değişkenleridir. Lalebahçe mahallesi gibi dikkatli incelediğinde bu faktörde en çok sıcaklıkla ilgili değişkenler birikmiştir. Bu yüzden bu faktör Sıcaklık olarak adlandırılmıştır.

İkinci faktöre toplam 4 değişken girmiştir. Bunlar aylık maksimum yağış, aylık toplam yağış, aylık maksimum nispi nem (%) ve aylık minimum nispi nem (%) değişkenleridir. Bu sebeplerden dolayı ikinci faktör yağış olarak isimlendirilmiştir.

Üçüncü faktör 3 değişkenden meydana gelmiştir. Bunlar aylık ortalama aktüel basınç (hPa), aylık minimum aktüel basınç (hPa) ve aylık ortalama rüzgar hızı (m÷sn) değişkenleridir. Bu faktörde de basınç baskın değişkeni hakim olduğundan bu faktör basınç olarak adlandırılmıştır.

4.2.3. Gödene mahallesi faktör analizi

Gödene mahallesi için de 2011 ile 2017 arasındaki toplam verinin %70’i kullanılmıştır. Kullanılan 13 meteorolojik ve birim su tüketimi olmak üzere 14 değişkene Faktör Analizi gerçekleştirilmiştir. Varimax sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.46. Saraçoğlu mahallesine ait açıklayıcı faktör analizi sonuçları

	Faktörler		
	1.Sıcaklık	2.Yağış	3.Basınç
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.980		
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	0.973		
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	0.950		
Aylık Ortalama Subuharı Basıncı hPa	0.906		
Birim su sarfiyatı	0.824		
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	-0.816		
Aylık Maksimum Aktüel Basınç (hPa)	-0.809		
Aylık Maksimum Yağış (mm=kg÷m ²) _OMGİ		0.917	
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) OMGİ		0.915	
Aylık Maksimum Nispi Nem (%)		0.684	
Aylık Minimum Nispi Nem (%)		0.584	
Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)			0.908
Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)			-0.717
Aylık Minimum Aktüel Basınç (hPa)İ			0.589

Çizelge 4.47'ye bakıldığında KMO değeri 0.789 olup ve Bartlett'in küresellik testi sonucu ise anlamlılık 0 olarak elde edilmiştir. Böylece elde edilen anlamlılık 0,05'ten küçük olduğu için anlamlı olup 0 hipotezi reddedilir. Dolayısıyla kullanılan değişkenler arasında ilişki vardır. KMO değeri 0.6'dan büyük olduğundan ve aynı zamanda değişkenler arasında ilişki var olduğundan değişkenler faktör analizi için uygundur.

Çizelge 4.47.Gödenne mahallesine ait KMO tablosu

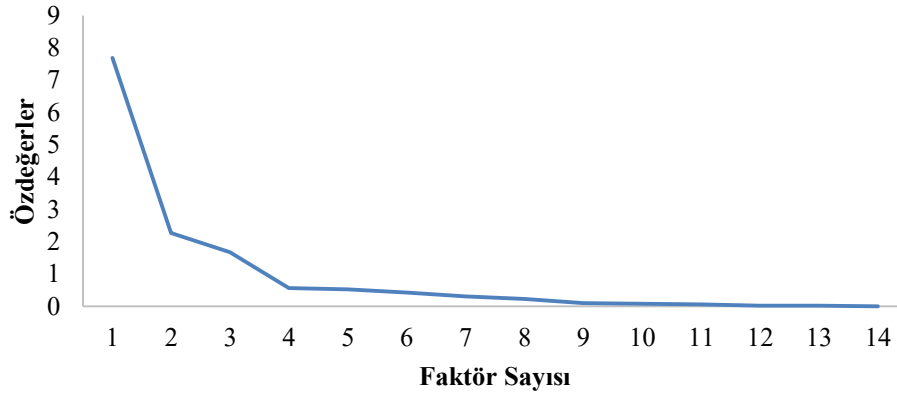
KMO İLE BARLETT TESTİ		
Kayser-Meyer-Olkin Örnekleme Yeterliliğinin Ölçümü.		0.789
Bartlett'in Küresellik Testi	Yaklaşık. Ki-Kare	1164.516
	df	91
	anlamlılık	0.000

Çizelge 4.48'de aynı önceki analizlere benzer olarak özdeğerleri 1'den büyük olan toplam 3 genel değişken, faktör bulunmuştur. Özdeğerler sütunundan sonra sırayla varyans yüzdeleri ve birikimli varyans yüzdeleri verilmiştir. Görüldüğü gibi birinci faktöre ait varyans yüzdesi 54.950'dir. Yani toplam varyansın %54.950'sini açıklamaktadır. İkinci faktöre bakıldığında varyans yüzdesi 16.220'dir. Birinci ve ikinci faktör birlikte toplam varyansın %71.170'ini açıklamaktadır. Üçüncü faktöre ait varyans yüzdesi 11.943'dir. 3 faktör birlikte toplam varyansın 83.114'ünü açıklamaktadırlar.

Çizelge 4.48. Gödene mahallesine ait özdeğerler ve açıklanan varyans yüzdesi

Özdeğerler ve açıklanan varyans yüzdesi						
Değişken	Faktör çıkarmadan önce			Faktör çıkardıktan sonra		
	Özdeğerler	Varyans Yüzdeleri (%)	Birikimli varyans yüzdeleri (%)	Özdeğerler	Varyans Yüzdeleri (%)	Birikimli varyans yüzdeleri (%)
1	7.693	54.950	54.950	7.693	54.950	54.950
2	2.271	16.220	71.170	2.271	16.220	71.170
3	1.672	11.943	83.114	1.672	11.943	83.114
4	0.571	4.079	87.193			
5	0.528	3.771	90.963			
6	0.424	3.030	93.993			
7	0.314	2.243	96.235			
8	0.230	1.643	97.879			
9	0.103	0.733	98.611			
10	0.082	0.586	99.198			
11	0.061	0.438	99.635			
12	0.027	0.195	99.830			
13	0.021	0.149	99.979			
14	0.003	0.021	100.000			

Şekil 4.19’da Gödene mahallesine ait çizgi grafiği verilmiştir. Grafiğe dikkatli bakılırsa 4 noktasından sonra grafik eğimini kaybetmiştir ama bu noktaya karşılık gelen düşey eksendeki özdeğer 1’den küçük olduğu için yapılan analiz tarafından faktör olarak alınmamaktadır. Sonuç olarak Gödene Mahallesi için Faktör Analizinde faktör sayısı 3 olarak belirlenmiştir.

**Şekil 4.19.** Gödene mahallesine ait çizgi grafiği

Çizelge 4.49’da faktörler ve onlara dâhil edilen değişkenler faktör analiz sonuçları olarak verilmiştir. Birinci faktöre toplam 8 değişken girmiştir. Bunlar aylık ortalama sıcaklık (°C), aylık minimum sıcaklık (°C), aylık maksimum sıcaklık (°C), aylık ortalama subuharı basıncı (hPa), birim su sarfiyatı, aylık maksimum aktüel basınç (hPa), aylık ortalama nispi nem (%) ve aylık minimum aktüel basınç (hPa)

değişkenleridir. Diğerleri gibi dikkatli incelediğinde bu faktörde en çok sıcaklıkla ilgili değişkenler birikmiştir. Bu yüzden bu faktör Sıcaklık olarak adlandırılmıştır.

İkinci faktöre toplam 4 değişken girmiştir. Aylık maksimum yağış, aylık toplam yağış, aylık maksimum nispi nem (%) ve aylık minimum nispi nem (%) değişkenleridir. Bu sebeplerden dolayı ikinci faktör yağış olarak isimlendirilmiştir.

Üçüncü faktör 2 değişkenden meydana gelmiştir. Bunlar aylık ortalama aktüel basınç (hPa) ve aylık ortalama rüzgâr hızı ($m \div sn$) değişkenleridir. Bu faktörde de basınç baskın değişkeni hâkim olduğundan bu faktör basınç olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 4.49. Gödene mahallesine ait açıklayıcı faktör analizi sonuçları

Dödürülmüş faktör matrisi			
	Faktörler		
	1.Sıcaklık	2.Yağış	3.Basınç
Aylık Ortalama Subuharı Basıncı hPa	0.918		
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	0.917		
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	0.907		
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	0.881		
birim su sarfıyatı	0.816		
Aylık Maksimum Aktüel Basınç (hPa)	-0.702		
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	-0.673		
Aylık Minimum Aktüel Basınç (hPa)	0.657		
Aylık Maksimum Yağış ($mm=kg \div m^2$)_OMGİ		0.933	
Aylık Toplam Yağış ($mm=kg \div m^2$)_OMGİ		0.919	
Aylık Maksimum Nispi Nem (%)		0.606	
Aylık Minimum Nispi Nem (%)		0.492	
Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)			0.916
Aylık Ortalama Rüzgar Hızı ($m \div sn$)			-0.702

4.2.4. Yazır mahallesi için faktör analizi sonuçları

Yazır mahallesi için de 2011 ile 2017 yılları arasındaki toplam verinin %70'i kullanılmıştır. 13 bağımsız değişkeni ile bağımlı değişken olan birim su sarfıyatı olmak üzere toplam 14 adet değişken Faktör Analizine tabi tutulmuştur. Yazır mahallesi için Promax yöntemiyle faktör döndürmesi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.50'ye bakıldığında KMO değeri 0.772 olup, Bartlett'in küresellik testi sonucu ise anlamlılık 0 olarak elde edilmiştir. Böylece elde edilen anlamlılık 0.05'ten küçük olduğu için anlamlı olup 0 hipotezi reddedilir. Dolayısıyla kullanılan değişkenler arasında ilişki vardır. KMO değeri 0.6'dan büyük olduğundan ve aynı zamanda

değişkenler arasında ilişki var olduğundan değişkenlerin faktör analizi için uygun olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.50. Yazır mahallesine ait KMO tablosu

KMO İLE BARLETT TESTİ		
Kayser-Meyer-Olkin Örnekleme Yeterliliğinin Ölçümü.		0.772
Bartlett'in Küresellik Testi	Yaklaşık. Ki-Kare	1111.306
	df	91
	anlamlılık	0.000

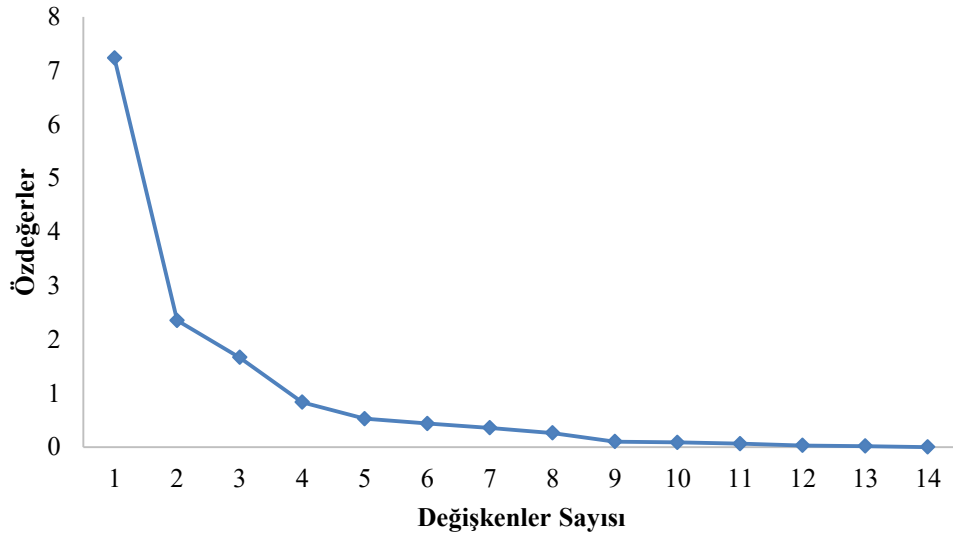
Çizelge 4.51’de özdeğerleri 1’den büyük olan toplam 3 faktör bulunmuştur. Özdeğerler sütunundan sonra sırayla varyans yüzdeleri ve birikimli varyans yüzdeleri verilmiştir. Görüldüğü gibi birinci faktöre ait varyans yüzdesi 51.676’dır. Yani toplam varyansın %51.676’sını açıklamaktadır. İkinci faktöre bakıldığında varyans yüzdesi 16.830’dur. Birinci ve ikinci faktör birlikte toplam varyansın %68.506’sını açıklamaktadır. Üçüncü faktöre ait varyans yüzdesi 11.923’dir. 3 faktör birlikte toplam varyansın 80.428’ini açıklamaktadırlar.

Çizelge 4.51. Yazır mahallesine ait özdeğerler ve açıklanan varyans yüzdesi

Özdeğerler ve açıklanan varyans yüzdesi						
Değişken	Faktör çıkarmadan önce			Faktör çıkardıktan sonra		
	Özdeğerler	Varyans Yüzdeleri (%)	Birikimli varyans yüzdeler (%)	Özdeğerler	Varyans Yüzdeleri (%)	Birikimli varyans yüzdeler (%)
1	7.235	51.676	51.676	7.235	51.676	51.676
2	2.356	16.830	68.506	2.356	16.830	68.506
3	1.669	11.923	80.428	1.669	11.923	80.428
4	0.836	5.973	86.401			
5	0.528	3.770	90.171			
6	0.440	3.144	93.315			
7	0.361	2.576	95.890			
8	0.264	1.884	97.774			
9	0.102	0.732	98.506			
10	0.089	0.636	99.142			
11	0.066	0.468	99.610			
12	0.031	0.221	99.831			
13	0.020	0.146	99.977			
14	0.003	0.023	100.000			

Şekil 4.20’de Yazır Mahallesine ait çizgi grafiği verilmiştir. Grafiğe dikkatli bakılırsa 4 noktasından sonra grafik eğimini kaybetmiştir ama bu noktaya karşılık gelen düşey eksenindeki özdeğer 1’den küçük olduğu için yapılan analiz tarafından faktör

olarak alınmamaktadır. Sonuç olarak Yazır Mahallesi için Faktör Analizinde faktör sayısı 3 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.20. Yazır mahallesine ait çizgi grafiği

Çizelge 4.52’de döndürülmüş faktör matrisi tablosunun sonuçlarıyla üretilmiş faktör analiz sonuçları bulunmaktadır. Birinci faktöre toplam 9 değişken girilmiştir. Bunlar aylık ortalama sıcaklık (°C), aylık maksimum sıcaklık (°C), aylık maksimum aktüel basınç (hPa), aylık minimum sıcaklık (°C), aylık ortalama nispi nem (%), aylık ortalama rüzgâr hızı (m÷sn), aylık ortalama aktüel basınç (hPa), aylık minimum nispi nem (%) ve aylık maksimum nispi nem (%) değişkenleridir. Diğerleri gibi dikkatli incelediğinde bu faktörde en çok sıcaklıkla ilgili değişkenler birikmiştir. Bu yüzden bu faktör sıcaklık olarak adlandırılmıştır. Diğer mahallelerden farklı olarak birim su sarfıyatı bu faktöre girmemiştir.

İkinci faktöre sadece 2 değişken girmiştir. Aylık maksimum yağış ve aylık toplam yağış bu faktöre dâhil olmuşlardır. Diğer mahallelerden farklı olarak nemle ilgili değişkenler ikinci faktöre değil, birinci faktöre girmiştir. Bu sebeplerden dolayı ikinci faktör yağış olarak isimlendirilmiştir.

Üçüncü faktör 3 değişkenden meydana gelmiştir. Bunlar aylık ortalama aktüel basınç (hPa) aylık ortalama subuharı basıncı hPa ve birim su sarfıyatı değişkenleridir. Bu faktörde de basınç baskın değişkeni hakim olduğundan basınç olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 4.52. Yazır mahallesine ait açıklayıcı faktör analizi sonuçları

Değişkenler	Faktörler		
	1.Sıcaklık	2.Yağış	3.Basınç
Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)	-0.930		
Aylık Maksimum Sıcaklık (°C)	-0.911		
Aylık Maksimum Aktüel Basınç (hPa)	0.892		
Aylık Minimum Sıcaklık (°C)	-0.889		
Aylık Ortalama Nispi Nem (%)	0.875		
Aylık Ortalama Rüzgar Hızı (m÷sn)	-0.785		
Aylık Ortalama Aktüel Basınç (hPa)	0.755		
Aylık Minimum Nispi Nem (%)	0.704		
Aylık Maksimum Nispi Nem (%)	0.656		
Aylık Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) OMĞİ		0.923	
Aylık Maksimum Yağış (mm=kg÷m ²)_OMĞİ		0.916	
Aylık Minimum Aktüel Basınç (hPa)			0.812
Aylık Ortalama Subuharı Basıncı hPa			0.771
birim su sarfiyatı			0.589

Görüldüğü üzere Yazır mahallesi Lalebahçe, Saraçoğlu ve Gödene mahallelerine benzer sonuçlara sahiptir. Genel olarak 3 faktör elde edilmiştir ki bunlar: Sıcaklık, Yağış ve Basınç olarak adlandırılmıştır. Sıcaklık faktöründe sıcaklıkla ilgili değişkenler, birim su sarfiyatı, ortalama nispi nem, ortalama su buharı basıncı ve maksimum aktüel basınçtır. Diğer analiz sonuçlarından da birim su sarfiyatın sıcaklıkla ilgili faktöre girmesi tahmin edilmiştir. Sıcaklık değişkenleri bu mahalleler için en etkili iklim değişkenleridir.

İkinci faktör incelendiğinde anlaşılmaktadır ki bu faktöre yağış ve nispi nemle ilgili değişkenler girmiştir. Bu yüzden bu faktör yağış olarak adlandırılmıştır. Yağış ve nispi nem arasındaki ilişki bu faktörün oluşumuna sebep olmuştur.

Üçüncü faktöre genel olarak ortalama aktüel basınç, minimum aktüel basınç ve rüzgar hızı girmiştir. Yazır mahallesinin üçüncü faktörü diğerlerinden farklıdır. Bu faktörde aylık minimum aktüel basınç, ortalama su buharı basıncı ve birim su sarfiyatı bulunmaktadır.

4.3. Yapay Sinir Ağları

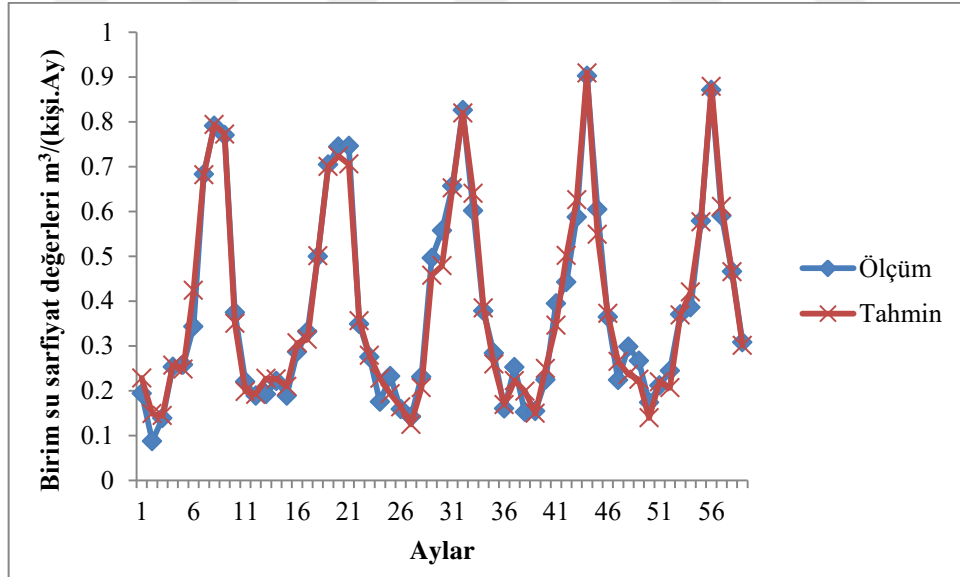
Veriler üzerinde tatbik edilen bir diğer yöntem ise YSA dır. YSA uygulamaları MATLAB programı yardımıyla yürütülmüştür. Test için daha önce tüm verinin %30'u (25 adet) olarak ayrılan bağımsız değişkenler test girdileri olarak import edilmiştir.

4.3.1. Lalebahçe mahallesi için YSA uygulaması

Farklı fonksiyonlarla, ağ tipleriyle, gizli katman sayısı ve nöron sayılarıyla denemeler en iyi sonuç elde edilene kadar devam edilmiştir. Eğitim algoritması olarak trainlm'nin en uygun olduğu görülmüştür. Nöron sayıları 2-20 aralığında incelenmiş ve iterasyon sayısı 1000 alınmıştır. Eğitim algoritma olarak Trainlm seçilmiştir. Nöron sayısı 5 olan ağın sonuçları seçilmiştir. Buradan da katman ve nöron sayısı arttıkça her zaman sonucun başarısının artacağını söyleyemeyeceği ortaya çıkmaktadır.

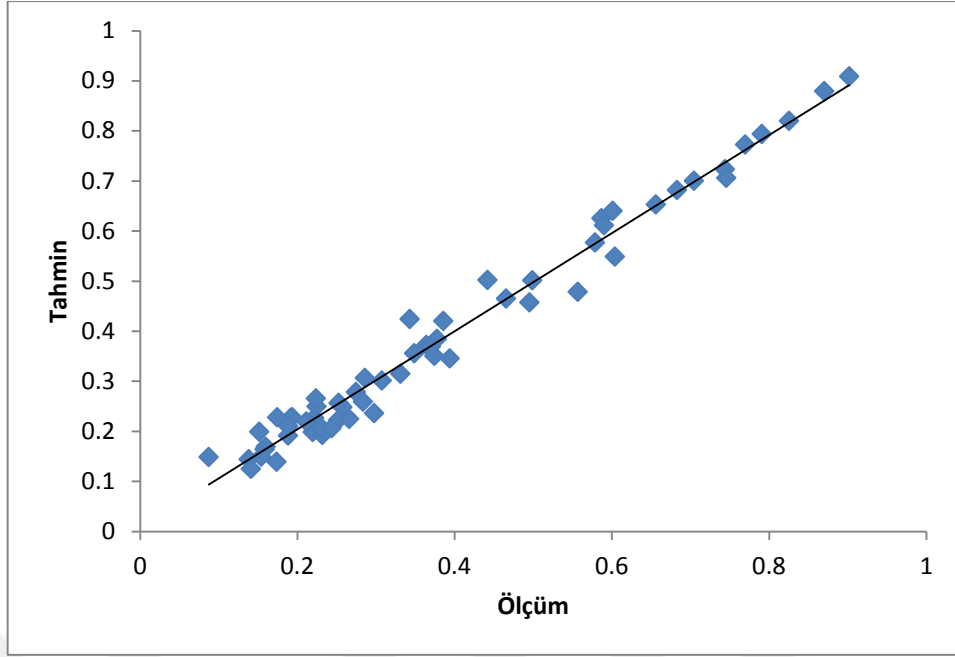
Dört tane girdi ya da bağımsız değişkenler vardır. Bunlar daha önce çoklu regresyonda en iyi modele ait bulunmuş bağımsız değişkenlerdir. Böylece analizde kullanılan girdiler aylık ortalama sıcaklık, aylık maksimum nispi nem, aylık minimum nispi nem ve aylık ortalama aktüel basınçtır.

Şekil 4.21'de eğitim sonucunda ortaya çıkan yani tahmin edilen değerler ile gözlem değerleri aynı grafikte gösterilmektedir. Şekilden de anlaşılabileceği gibi ölçüm ve tahmin edilen değerler birbirine oldukça yakındır. Buradan eğitim için iyi bir tahmin yapıldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.21. Lalebahçe mahallesinin eğitim kümesine ait ölçüm ve tahmin değerleri

Şekil 4.22'de eğitim için ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. Oldukça iyi ve doğrusal bir ilişki görülmektedir.



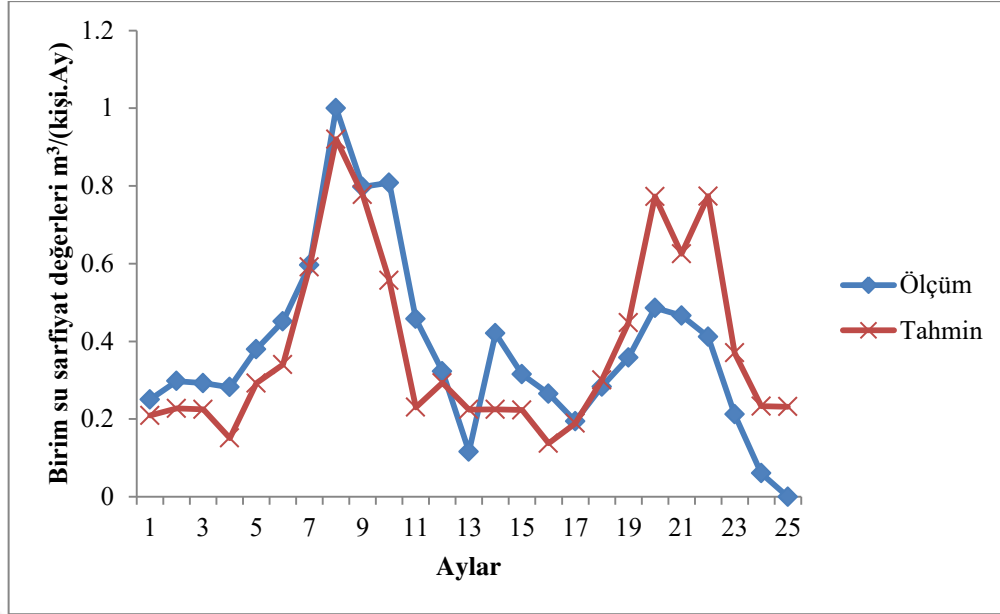
Şekil 4.22. Lalebahçe mahallesi YSA analizi eğitim sonuçlarına ait saçılım grafiği

Çizelge 4.53'te eğitim verilerinin performans değerleri gösterilmektedir. R^2 değeri 0.979 olarak elde edilmiştir. MAE, MSE ve RMSE hata değerleri oldukça küçüktür. Düşük hata değerleri elde edilmiştir. Performans ve hata değerlerden de anlaşıldığı gibi YSA analizi eğitim için gayet başarılı olmuştur.

Çizelge 4.53. Lalebahçe Mahallesinin eğitim kümesine ait bir takım performans ve hata değerleri

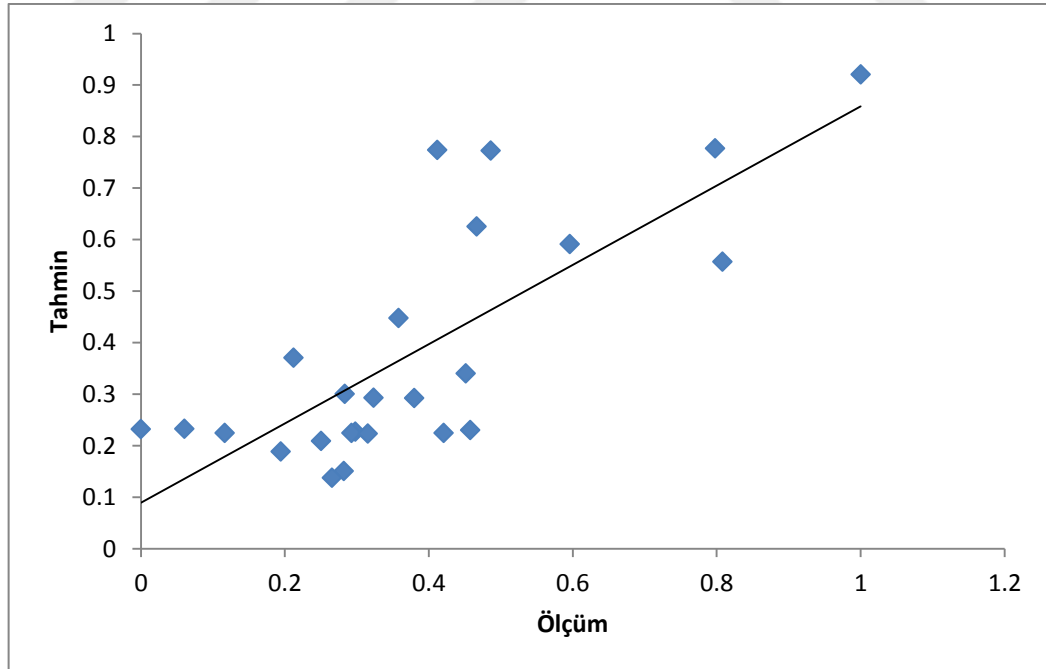
Düzeltilmiş R^2	0.979
MAE	0.024
MSE	0.001
RMSE	0.031
MAPE	0.089

Şekil 4.23'da test analizi sonucunda ortaya çıkan tahmin değerleri ve gözlem değerleri aynı grafikte gösterilmektedir. Eğitimdeki grafik gibi yakın sonuçlar çıkmamıştır ama yine de akış benzemektedir ve çoğu yerlerde değerler birbirine yakındır. Sadece ölçüm değerleri ile tahmin değerleri arasında bazı aylarda büyük farklar bulunmaktadır. Genel olarak kabul edilebilir bir grafiğe sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 4.23. Lalebahçe mahallesinin test kümesine ait ölçüm ve tahmin değerleri

Şekil 4.24'te test için ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. Eğitim kadar olmasa da iyi ve doğrusal bir ilişki görülmektedir. Tahmin ve ölçüm değerleri birbirlerine benzerdir.



Şekil 4.24. Lalebahçe mahallesi YSA analizi test sonuçlarına ait saçılım grafiği

Çizelge 4.54'te Lalebahçe mahallesinin test kümesine ait performans ve hata değerleri verilmiştir. R^2 değeri 0.585 olarak elde edilmiştir. Kullanılan iklimsel

değişkenler birim su sarfiyatını %58.5 açıklayabilmektedir. MAE, MSE ve RMSE hata değerleri eğitim kadar olmasa da yine de küçüktür. MAPE değeri de 0.420 olup 0.2 ile 0.5 arasında olduğu için kabul edilebilir düzeydedir.

Genel olarak analiz sonuçlarının Lalebahçe mahallesi için başarılı olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.54. Lalebahçe Mahallesinin test kümesine ait bir takım performans ve hata değerleri

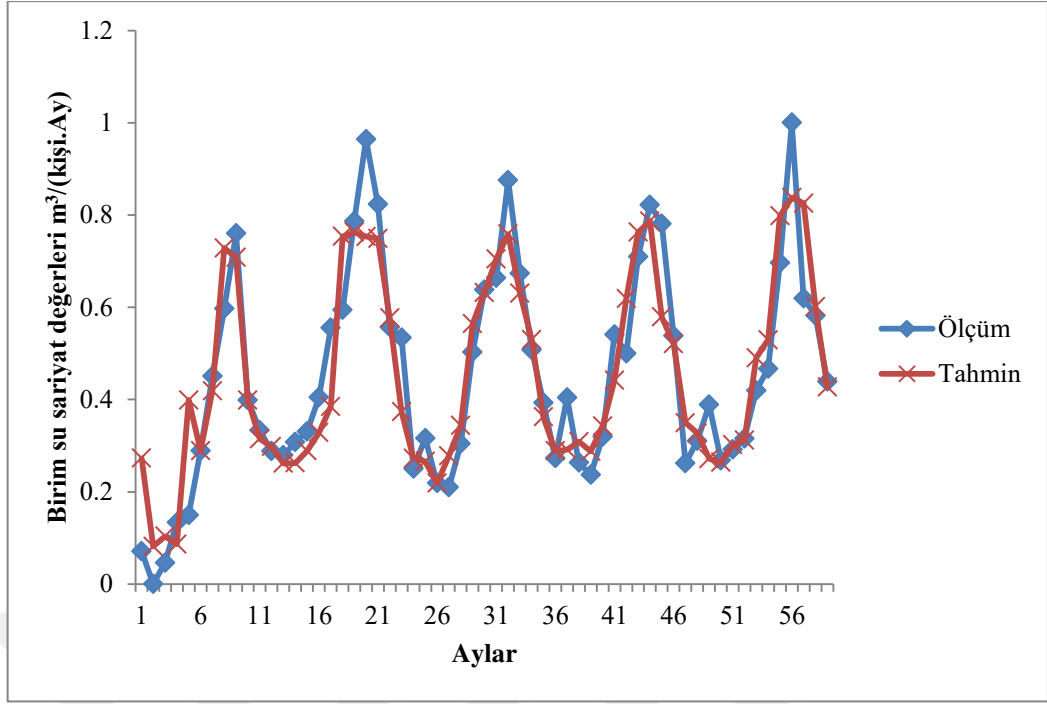
Düzeltilmiş R^2	0.585
MAE	0.125
MSE	0.024
RMSE	0.155
MAPE	0.420

4.3.2. Saraçoğlu mahallesi için YSA uygulaması

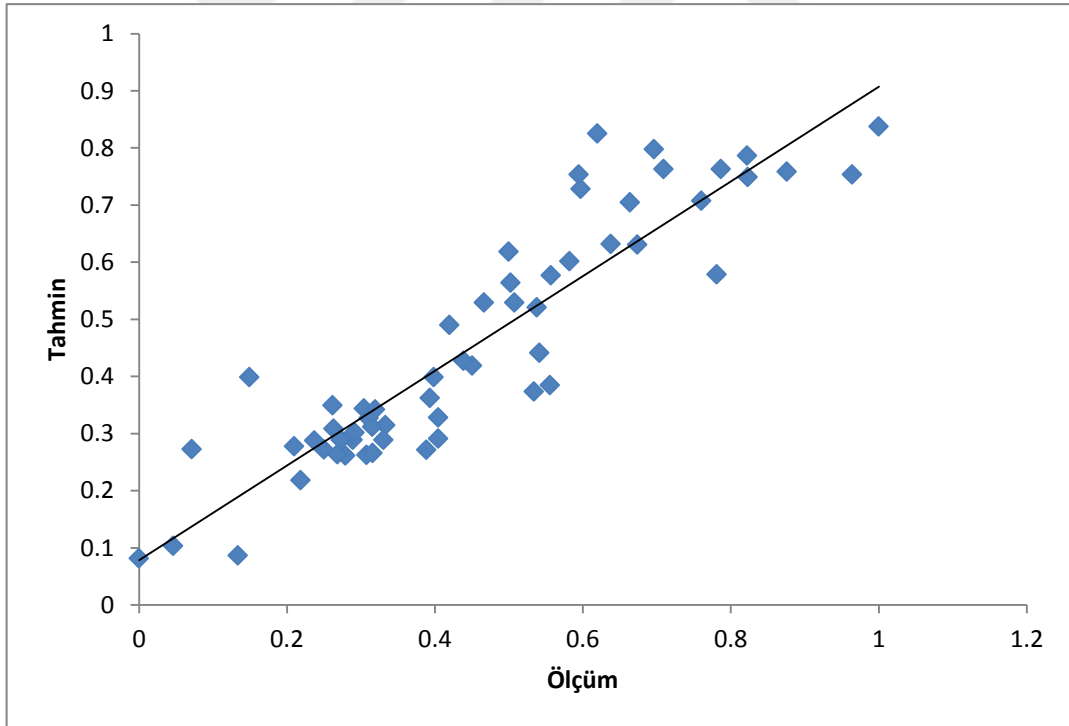
Saraçoğlu mahallesi için de daha önce Lalebahçe mahallesi için yapıldığı gibi veriler MATLAB programına aktarılmıştır. Önemli olan çoklu regresyon analizi yardımıyla Saraçoğlu mahallesi için bulunan bağımsız değişkenler yani aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama aktüel basınç ve aylık minimum nispi neme ait verileri uygun şekilde programa tanıtmaktır. Yine denemler yapıldıktan sonra en uygun olarak 5 nöronlu olacak şekilde belirlenmiş ve eğitim algoritması olarak trainlm seçilmiştir.

Şekil 4.25'te eğitim sonucunda ortaya çıkan yani tahmin edilen değerler ile ölçüm yani gözlem değerleri aynı grafikte gösterilmektedir. Gerçek ile tahmin değerleri arasındaki fark çok az olup, Şekilden de anlaşılabacağı gibi ikisi arasında yakınlık vardır; yani gerçekleşen ile tahmin edilen değerler birbirine yakındır. Saraçoğlu mahallesi, Lalebahçe mahallesi ile kıyaslanacak olursa Lalebahçe mahallesinin eğitim sonuçlarının daha iyi olduğu söylenebilir.

Şekil 4.26'da eğitim için ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. İyi ve doğrusal bir ilişki görülmektedir. Tahmin ve ölçüm değerleri birbirlerine benzerdir.



Şekil 4.25. Saraçoğlu mahallesinin eğitim kümesine ait ölçüm ve tahmin değerleri



Şekil 4.26. Saraçoğlu mahallesi YSA analizi eğitim sonuçlarına ait saçılım grafiği

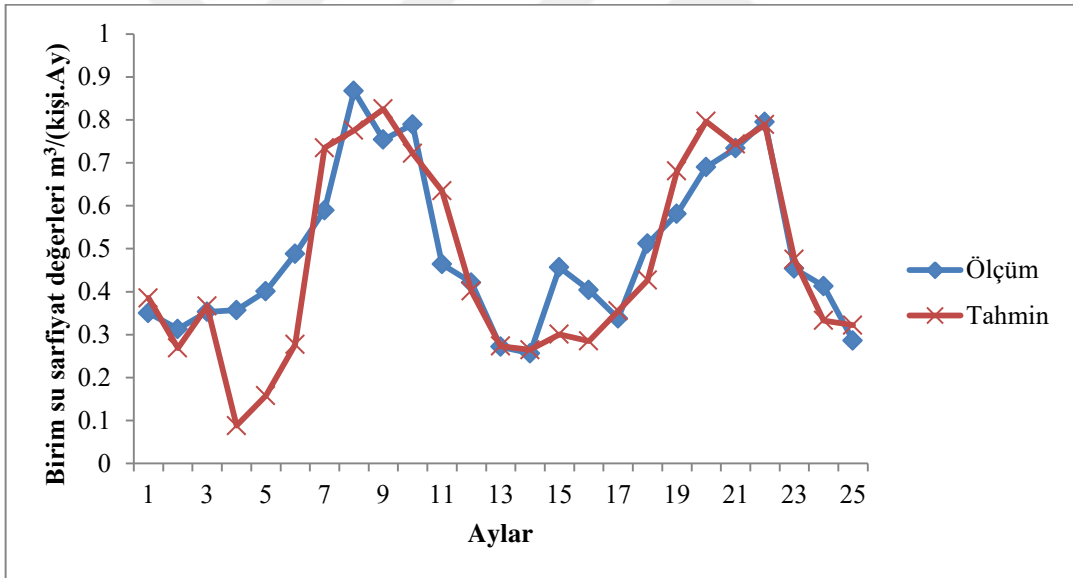
Çizelge 4.55’te eğitim verileri analizine ait bir takım performans değerleri göstermektedir. R^2 değeri 0.833 olarak elde edilmiştir. Kullanılan iklimsel değişkenler

birim su sarfiyatını %83.3 oranında açıklamaktadır. MAPE değeri 0.219 olup, 0.2'ye yakın olduğu için iyi bir performansa sahiptir.

Çizelge 4.55. Saraçoğlu mahallesinin eğitim kümesine ait bir takım performans ve hata değerleri

Düzeltilmiş R^2	0.833
MAE	0.068
MSE	0.009
RMSE	0.093
MAPE	0.219

Şekil 4.27'de test analizi sonucunda ortaya çıkan ve ölçüm değerler aynı grafikte gösterilmektedir. Azalmalar ve artmalar yaklaşık olarak birbirine benzemekte olup bir kaç yerde modelin farklı davrandığı görülmektedir. Genel olarak kabul edilebilir bir grafiğe sahiptir

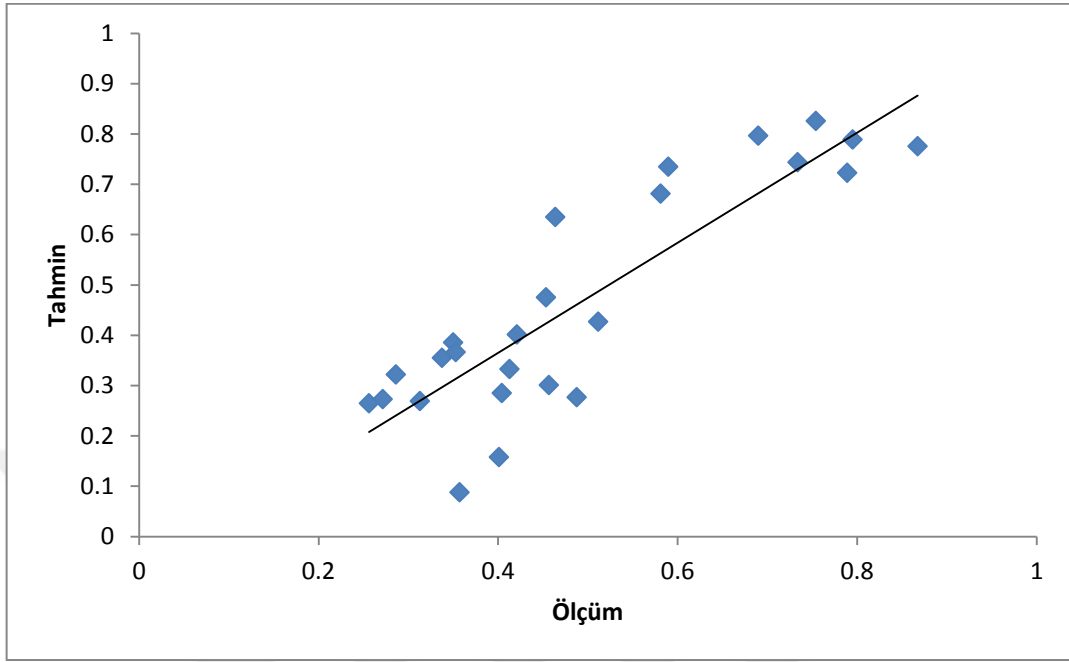


Şekil 4.27. Saraçoğlu mahallesinin test kümesine ait ölçüm ve tahmin değerleri

Şekil 4.28'de test için ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. İyi ve doğrusal bir ilişki görülmektedir. Doğrunun eğimi iyi olmakla birlikte, noktalar doğruya yakındır.

Çizelge 4.56'da test verileri analizine ait bir takım performans değerleri verilmiştir. Görüldüğü gibi teste ait düzeltilmiş R^2 değeri 0.761 olarak elde edilmiştir. Kullanılan iklimsel değişkenler birim su sarfiyatının %76.1'ini açıklamaktadır. MAE, MSE ve RMSE hata değerleri küçük olup, iyi düzeydedir. MAPE değeri de 0.185 olup

0.2'den küçük olduğu için iyi düzeydedir. Performans değerlerinden de anlaşılacağı gibi Saraçoğlu mahallesinin test sonuçları başarılı olmuştur.



Şekil 4.28. Saraçoğlu mahallesi YSA analizi test sonuçlarına ait saçılım grafiği

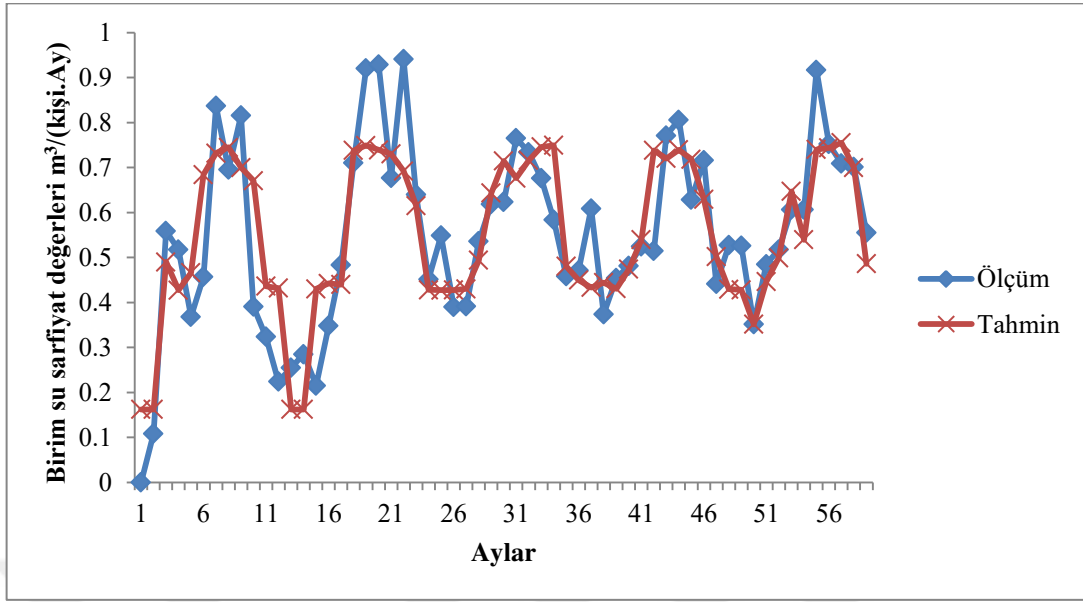
Çizelge 4.56. Saraçoğlu Mahallesinin test kümesine ait bir takım performans ve hata değerleri

Düzeltilmiş R^2	0.761
MAE	0.085
MSE	0.013
RMSE	0.114
MAPE	0.185

4.3.3. Gödene mahallesi için YSA uygulaması

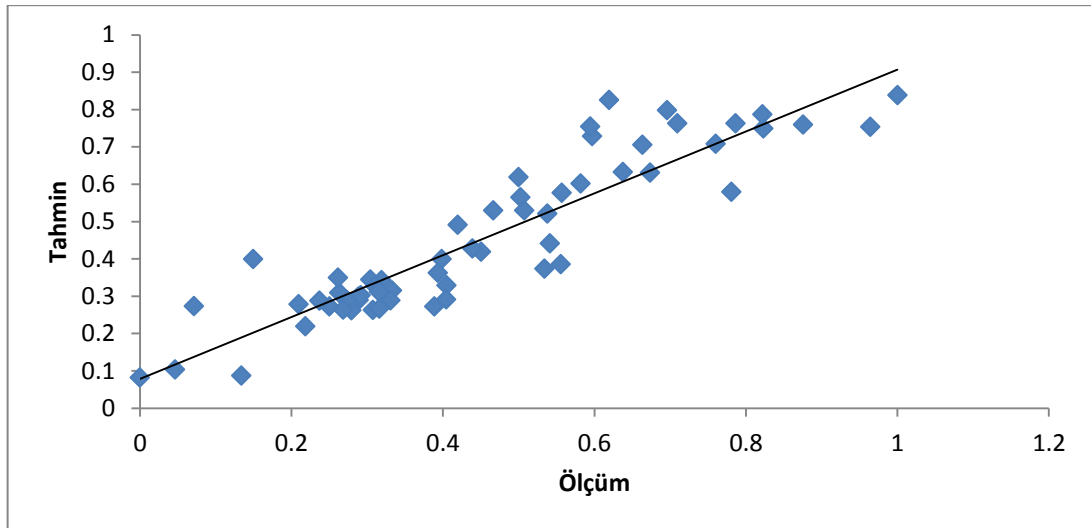
Bu aşamada; Gödene mahallesindeki çoklu regresyon analizinde kullanılan bağımsız değişkenler yani aylık maksimum sıcaklık ve aylık ortalama aktüel basınca ait veriler kullanılmıştır. Denemler yapıldıktan sonra en uygun olarak 2 nöronlu model tercih edilmiş ve eğitim algoritması olarak trainlm seçilmiştir.

Şekil 4.29'da eğitim sonucunda ortaya çıkan yani tahmin edilen değerler ile ölçüm yani gözlem değerleri aynı grafikte gösterilmektedir. Artışlar ve azalışlar birbirine benzemektedir. Eğitim için görülebilir ki tahmin edilen ile ölçüm değerler birbirine yakın olup az farkları vardır. Kısaca ölçüm ile tahmin edilen değerler birbirine yakındır.



Şekil 4.29. GÖDENE MAHALLESİNİN EĞİTİM KÜMESİNE AİT ÖLÇÜM VE TAHMİN DEĞERLERİ

Şekil 4.30’da eğitim için ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. İyi ve doğrusal bir ilişki görülmektedir. Tahmin ve ölçüm değerleri birbirlerine yakındır.



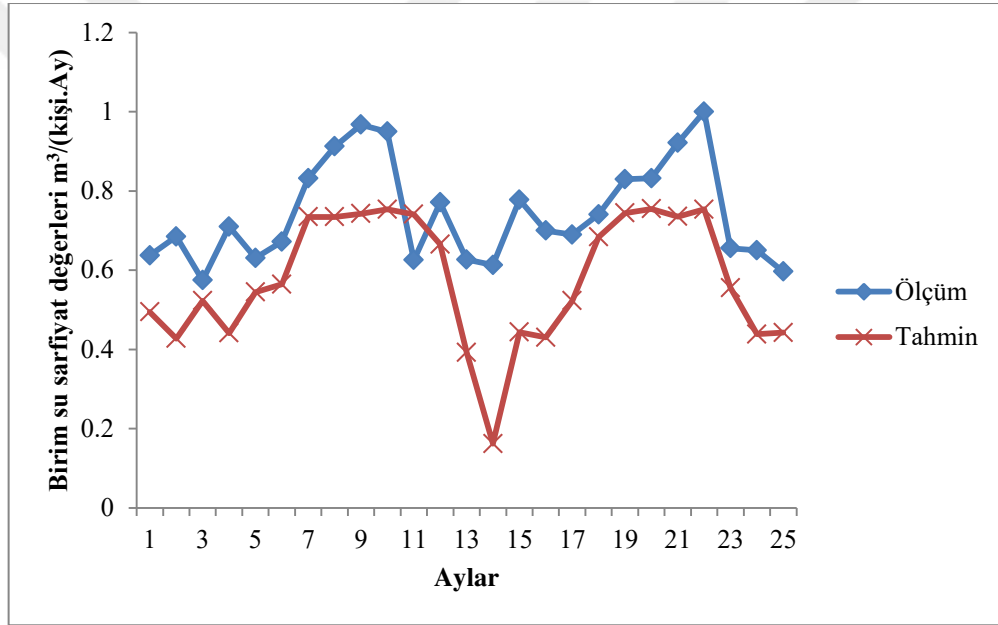
Şekil 4.30. GÖDENE MAHALLESİ YSA ANALİZİ EĞİTİM SONUÇLARINA AİT SAÇILIM GRAFİĞİ

Çizelge 4.57’de eğitim verileri analizine ait bir takım performans kriterleri verilmiştir. R^2 değeri 0.693 olarak elde edilmiştir. MAE, MSE ve RMSE hata değerleri oldukça küçüktür. MAPE değeri 0.183 olup 0.2’den küçük olduğu için iyi bir ilişkinin olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.57. Gödene mahallesinin eğitim kümesine ait bir takım performans ve hata değerleri

Düzeltilmiş R^2	0.693
MAE	0.087
MSE	0.012
RMSE	0.111
MAPE	0.183

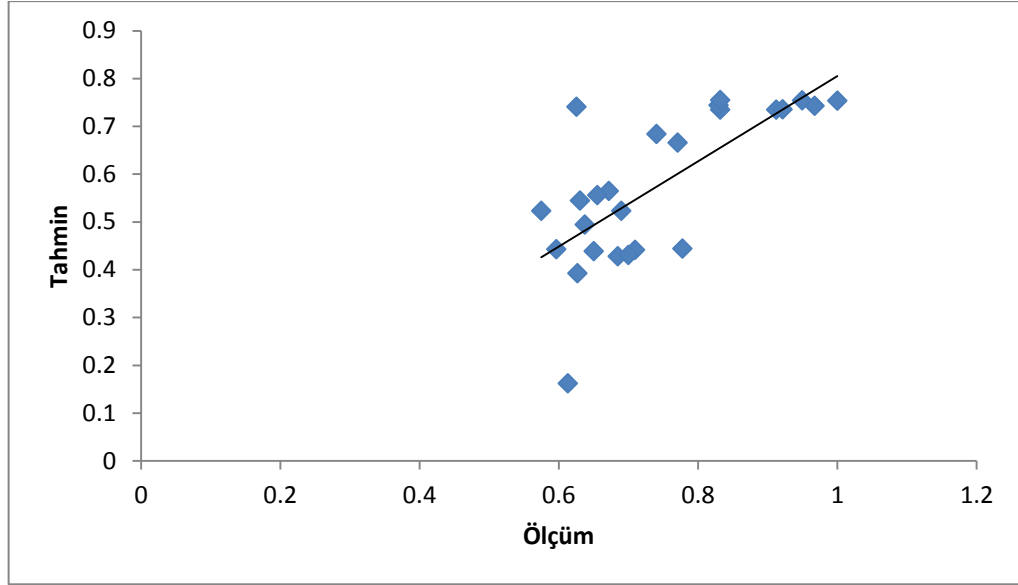
Şekil 4.31’de test analizi ile elde edilen tahmin değerler ve ölçüm değerleri aynı grafikte gösterilmektedir. İkisi arasında eğitimdeki gibi iyi bir yakınlık görülmemektedir. Yani ölçüm ile tahmin edilen arasındaki farklar eğitimle kıyaslanırsa daha büyüktür.



Şekil 4.31. Gödene mahallesinin test kümesine ait ölçüm ve tahmin değerleri

Şekil 4.32’de test için ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. Yaklaşık İyi ve doğrusal bir ilişki görülmektedir.

Çizelge 4.58’de test verileri analizine ait bir takım performans değerleri verilmiştir. Görüldüğü gibi teste ait düzeltilmiş R^2 değeri 0.515 olarak elde edilmiştir. MAE, MSE ve RMSE hata değerleri küçük olup, iyi düzeydedir. MAPE değeri de 0.242 dir. 0.2 ile 0.5 arasında olduğu için kabul edilebilir düzeydedir. Performans değerlerinden de anlaşılacağı gibi Gödene mahallesinin test sonuçları kabul edilebilir düzeydedir.



Şekil 4.32. Gödene mahallesi YSA analizi test sonuçlarına ait saçılım grafiği

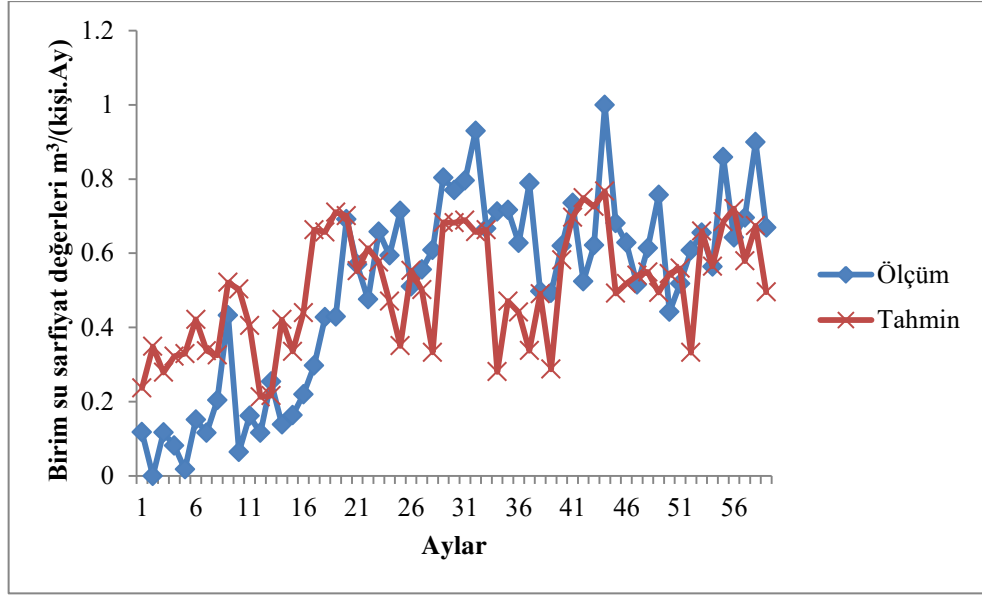
Çizelge 4.58. Gödene mahallesine ait eğitim ve test R^2 değerleri

Düzeltilmiş R^2	0.515
MAE	0.176
MSE	0.040
RMSE	0.200
MAPE	0.242

4.3.4. Yazır mahallesi için YSA uygulaması

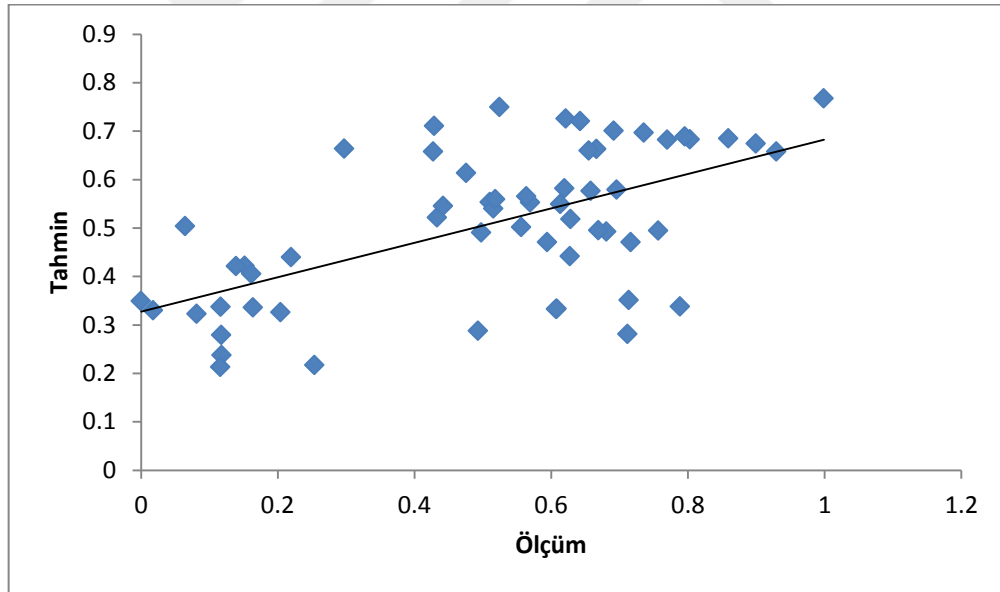
Diğer 3 mahalle için yapıldığı gibi Yazır mahallesine ait veriler uygun şekilde programa aktarılmıştır. Daha önce çoklu regresyon analizi yardımıyla bulunan bağımsız değişkenler yani aylık ortalama su buharı basıncı ve aylık maksimum aktüel basınca ait veriler uygun şekilde programa girilmiştir. Denemler yapıldıktan sonra en uygun olarak 2 nöronlu olacak şekilde model oluşturulmuş ve eğitim algoritması olarak trainlm seçilmiştir.

Şekil 4.33'te eğitim neticesinde ortaya çıkan yani tahmin edilen değerler ile gerçekleşen yani gözlem değerleri aynı grafikte göstermektedir. Gerçekleşen ile tahmin edilen değerler arasındaki fark diğerlerine göre artmıştır.



Şekil 4.33. Yazır mahallesinin eğitim kümesine ait ölçüm ve tahmin değerleri

Şekil 4.34'te eğitim için ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir.



Şekil 4.34. Yazır mahallesi YSA analizi eğitim sonuçlarına ait saçılım grafiği

Çizelge 4.59'da eğitim verilerine ait performans değerleri görülmektedir. R^2 değeri 0.355 elde edilmiştir. Analizde kullanılan iklimsel değişkenler birim su sarfiyatının %35.5'ini açıklayabilmektedir. MAPE değeri incelenirse bu değer 0.873 olduğu ve analizin bu bölgede kötü bir performans sergilediği söylenebilir.

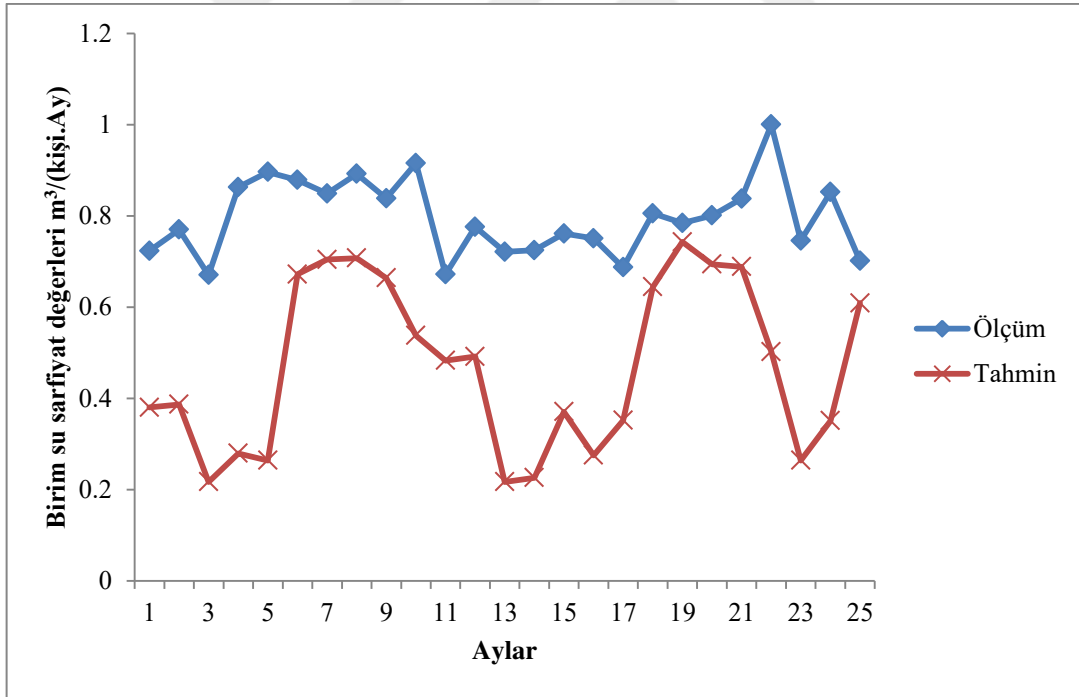
Çizelge 4.59. Yazır mahallesinin eğitim kümesine ait bir takım performans ve hata değerleri

Düzeltilmiş R^2	0.355
MAE	0.169
MSE	0.042
RMSE	0.206
MAPE	0.873

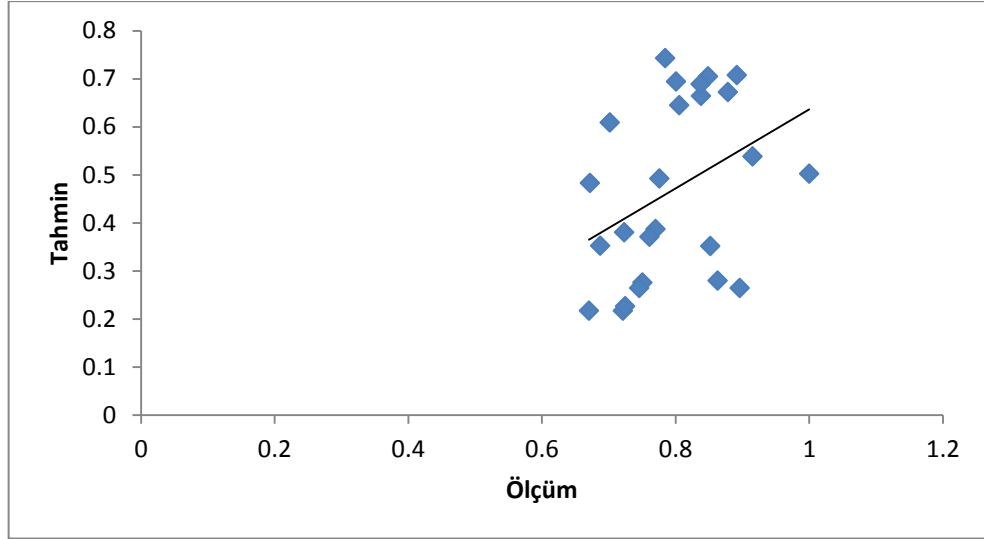
Şekil 4.35'te test analizi sonucunda ortaya çıkan ve ölçüm değerleri aynı grafikte gösterilmektedir. Gerçek ile tahmin edilen değerler arasında eğitimdeki gibi iyi bir yakınlık görülmemektedir.

Şekil 4.36'da test için ölçüm ve tahmin değerlerinin saçılım grafiği verilmiştir. İyi bir ilişki görülmemektedir.

Çizelge 4.60'da test verileri analizine ait bir takım performans değerleri verilmiştir. Görüldüğü gibi teste ait düzeltilmiş R^2 değeri 0.141 dir. MAPE değeri 0.141 dir. 0.2'den küçük olup iyi düzeydedir.



Şekil 4.35. Yazır mahallesinin test kümesine ait ölçüm ve tahmin değerleri



Şekil 4.36. Yazır mahallesi YSA analizi test sonuçlarına ait saçılım grafiği

Çizelge 4.60. Yazır mahallesine ait eğitim ve test R^2 değerleri

R^2	0.141
MAE	0.328
MSE	0.136
RMSE	0.368
MAPE	0.414

Genel olarak Çoklu Regresyon Analizinde olduğu gibi Saraçoğlu mahallesi içinde YSA sonuçları yeterli seviyede elde edilmiştir. Saraçoğlu mahallesi gibi sosyoekonomik seviyenin düşük olduğu bir bölgede Yazır mahallesi gibi daha yüksek sosyoekonomik seviyenin olduğu bir bölgeye kıyasla iklimsel değişkenlerin su tüketimi üzerinde daha fazla etkili olması sosyoekonomik seviyenin su tüketimi üzerinde etkili bir faktör olabileceğini düşündürmektedir.

YSA uygulaması sonucunda Lalebahçe mahallesi için kabul edilebilir sonuçlar elde edilmiştir. Gödene mahallesi için de YSA uygulaması sonucunda eğitim sonuçlarının yeterli olduğu ve test sonuçlarının kabul edilebilir seviyede olduğu görülmüştür.

4.3.5. Çoklu regresyon ile YSA analizlerin sonuçların kıyaslanması

Çizelge 4.62’de tüm mahalleler için YSA ve Çoklu Regresyon Analizine (ÇRA) ait performans değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.62. Mahallelerin genel performans tablosu

	Eğitim performans değerleri				
	R ²	MAE	MSE	RMSE	MAPE
Lalebahçe Mahallesi ÇRA	0.803	0.074	0.009	0.093	0.229
Lalebahçe Mahallesi YSA	0.979	0.024	0.001	0.031	0.089
Saraçoğlu Mahallesi ÇRA	0.671	0.100	0.016	0.127	0.378
Saraçoğlu Mahallesi YSA	0.833	0.068	0.009	0.093	0.219
Gödene Mahallesi ÇRA	0.608	0.099	0.015	0.123	0.212
Gödene Mahallesi YSA	0.693	0.087	0.012	0.111	0.183
Yazır Mahallesi ÇRA	0.206	0.196	0.050	0.224	1.171
Yazır Mahallesi YSA	0.355	0.169	0.042	0.206	0.873
	Test performans değerleri				
	R ²	MAE	MSE	RMSE	MAPE
Lalebahçe Mahallesi ÇRA	0.397	0.153	0.038	0.195	0.500
Lalebahçe Mahallesi YSA	0.585	0.125	0.024	0.155	0.420
Saraçoğlu Mahallesi ÇRA	0.735	0.078	0.010	0.098	0.179
Saraçoğlu Mahallesi YSA	0.761	0.085	0.013	0.114	0.185
Gödene Mahallesi ÇRA	0.519	0.175	0.041	0.204	0.240
Gödene Mahallesi YSA	0.515	0.176	0.040	0.200	0.242
Yazır Mahallesi ÇRA	0.247	0.176	0.047	0.217	0.218
Yazır Mahallesi YSA	0.141	0.328	0.136	0.368	0.414

Çizelge 4.62. incelendiğinde genel olarak YSA yönteminin öğrenme bakımından geliştirici bir özellik sergilediği görülebilir. ÇRA ile elde edilen sonuçlar genel olarak YSA yöntemiyle iyileştirilebilmiştir. Buradan yola çıkarak literatürdeki ifadelere benzer şekilde YSA yönteminin bu konu üzerinde kullanılabilecek bir yöntem olduğu görülmektedir.

Özellikle tez aşamasına ait sonuçlara bakıldığında Lalebahçe ve Saraçoğlu mahallelerine kıyasla Gödene ve Yazır mahallelerinde YSA yönteminin verileri eğitmede başarısız kaldığı gözükmemektedir. Bu konuda özellikle bu iki mahalle grubunun ayrılmış olduğu yapılaşma şekli faktörünün etkili bir parametre olduğu düşünülmektedir. Saraçoğlu ve Lalebahçe mahalleleri daha çok düşük katlı yapılaşmanın olduğu ve diğer iki mahalleye kıyasla daha fazla bahçe kullanımının olduğu bölgelerdir. Dolayısıyla bu bölgelerdeki su tüketiminde iklimsel değişkenlerin daha fazla etkili olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan Yazır ve Gödene mahalleleri daha fazla apartman yaşamının hakim olduğu bölgeler olduğu için bu bölgelerde iklimsel değişkenlerin su tüketimi üzerinde fazla bir etkisinin olmadığı düşünülebilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Mevcut çalışmada iklimsel değişkenlerin farklı özelliklere sahip bölgelerdeki su tüketimi üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla Konya şehri merkez ilçelerine bağlı bulunan dört adet mahalleye ait su tüketim verileri kullanılmış ve farklı yöntemlerle incelenmiştir. Üzerinde çalışılan mahalleler sosyoekonomik seviye ve yapılaşma tarzı olarak birbirinden ayrılmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda özellikle yapılaşma tarzının iklimsel değişkenlerin su tüketimi üzerindeki etkisini belirleyen bir etken olduğu görülmüştür. Lalebahçe ve Saraçoğlu mahalleleri gibi daha az katlı yapılaşmanın olduğu ve bahçe kullanımının diğer iki mahalleye kıyasla daha fazla olduğu bölgelerde iklimsel değişkenlerin su tüketimi üzerinde daha fazla etkili olduğu görülmüştür. Yazır ve Gödene mahalleleri gibi apartman hayatının daha yoğun bir şekilde görüldüğü bölgelerde su tüketimi üzerinde bu çalışmada incelenmemiş olan diğer değişkenlerin daha fazla etkili olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Diğer taraftan sosyoekonomik olarak birbirinden ayrılan mahallelerin özellikle su tüketim miktarları bakımından birbirinden ayrıştığı ve sosyoekonomik seviyesi diğer iki mahalleye kıyasla daha yüksek sayılabilecek olan Yazır ve Lalebahçe mahallelerinde diğer iki mahalleye kıyasla daha fazla su tüketildiği görülmüştür. Bu da su tüketimi üzerinde bu değişkenin önemini göstermesi bakımından önemlidir.

Bu ifadelere ilave olarak genel anlamda YSA yönteminin bu konuda başarılı sonuçlar verebilecek bir yöntem olduğu da ifade edilebilir. Farklı mahalleler için ÇRA ile elde edilen sonuçların YSA tarafından geliştirildiği çalışmalar sırasında görülmüştür.

5.2. Öneriler

Mevcut çalışma esasında iklimsel değişkenlerin su tüketimi üzerindeki etkisini incelemeye dayalı olarak hazırlanmış olsa da gerçekte su tüketimi bir çok faktörden az yada çok etkilenmektedir. Bu anlamda gerçek bir sonuç ortaya koyabilmek için iklimsel değişkenlerin yanında bölgelerin diğer özelliklerini de yansıtacak farklı parametrelerin kullanılmasının da fayda sağlayacağı açıktır.

KAYNAKLAR

- Agthe, D. E. ve Billings, R. B., 1987, Equity, price elasticity, and household income under increasing block rates for water, *American Journal of Economics and Sociology*, 46 (3), 273-286.
- Akın, M. ve Akın, G., 2007, Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği, *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 2, 105-118.
- Akuoko-Asibey, A., Nkemdirim, L. ve Draper, D., 1993, The impacts of climatic variables on seasonal water consumption in Calgary, Alberta, *Canadian Water Resources Journal*, 18 (2), 107-116.
- Anonim, 2015, Toprak ve Su Kaynakları, <http://www.dsi.gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari>: [19.03.2015].
- Anonymous, 2020, Current World Population, <https://www.worldometers.info/world-population/>: [28.08.2020].
- Bougadis, J., Adamowski, K. ve Diduch, R., 2005, Short-term municipal water demand forecasting, *Hydrological Processes: An International Journal*, 19 (1), 137-148.
- Caner, M. ve Akarslan, E., 2009, Mermer Kesme İşleminde Spesifik Enerji Faktörünün ANFIS ve YSA Yöntemleri ile Tahmini, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15 (2), 221-226.
- Dandy, G., Nguyen, T. ve Davies, C., 1997, Estimating residential water demand in the presence of free allowances, *Land Economics*, 125-139.
- Demuth, H. ve Beale, M., 2000, Neural network toolbox user’s guide.
- Diler, A. İ., 2003, İmkb ulusal-100 endeksinin yönünün yapay sinir ağı hata geriye yayma yöntemi ile tahmin edilmesi, *İMKB 1997*, 7, 65-83.
- Dunteman, G. H., 1989, Principal Components Analysis. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, *Quantitative Applications in the Social Sciences Series*, No. 69.
- Fırat, M., Yurdusev, M. A. ve Mermer, M., 2008, uyarlamalı sinirsel bulanık mantık yaklaşımı ile aylık su tüketiminin tahmini, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (2).
- Foster, H. S. ve Beattie, B. R., 1979, Urban residential demand for water in the United States, *Land Economics*, 55 (1), 43-58.
- Gedefaw, M., Hao, W., Denghua, Y. ve Girma, A., 2018, Variable selection methods for water demand forecasting in Ethiopia: Case study Gondar town, *Cogent Environmental Science*, 4 (1), 1537067.
- Gutzler, D. S. ve Nims, J. S., 2005, Interannual variability of water demand and summer climate in Albuquerque, New Mexico, *Journal of Applied Meteorology*, 44 (12), 1777-1787.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L. ve Black, W. C., 1998, Multivariate Data Analysis, *Prentice Hall*, New Jersey, p.
- Haykin, S., 1999, Neural Networks-A Comprehensive Foundation, *Printice Hall*, New Jersey, p.
- Işık, A., 2006, Uygulamalı istatistik, Beta Basım Yayım, p.
- Jain, A., Varshney, A. K. ve Joshi, U. C., 2001, Short-term water demand forecast modelling at IIT Kanpur using artificial neural networks, *Water resources management*, 15 (5), 299-321.
- Kalaycı, Ş. ve Küçüksille, E., 2010, SPSS uygulamalı çok değişkenli İstatistik teknikleri, *Asil yayın dağıtım ltd.şti*, Ankara, p. 321-331.

- Karaman, H., Atar, B. ve Aktan, D., 2017, Açımlayıcı Faktör Analizinde Kullanılan Faktör Çıkartma Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37.
- Khatrı, K. ve Vairavamoorthy, K., 2009, Water demand forecasting for the city of the future against the uncertainties and the global change pressures: case of Birmingham, *World Environmental and Water Resources Congress 2009: Great Rivers*, 1-15.
- Kleinbaum, D. G., Kupper, L. L., Muller, K. E. ve Nizam, A., 1998, Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods. Duxbury Press, CA 93950 USA.
- Liu, J., Savenije, H. H. ve Xu, J., 2003, Forecast of water demand in Weinan City in China using WDF-ANN model, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 28 (4-5), 219-224.
- Maidment, D. R. ve Parzen, E., 1984, Time patterns of water use in six Texas cities, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 110 (1), 90-106.
- Malla, P. B. ve Gopalakrishnan, C., 1997, Residential water demand in a fast-growing metropolis: the case of Honolulu, Hawaii, *International Journal of Water Resources Development*, 13 (1), 35-52.
- Nilson, N. J., 1998, Artificial intelligence: a new synthesis, *Elsevier*, p.
- Otrar, M., 2019, Basit SPSS Sözlüğü, <http://mustafaotrar.net/istatistik/basit-spss-sozlugu/>:
- Oyebode, O. ve Ighravwe, D. E., 2019, Urban Water Demand Forecasting: A Comparative Evaluation of Conventional and Soft Computing Techniques, *Resources*, 8 (3), 156.
- Öztemel, E., 2012, Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul.
- Rojas, R., 2013, Neural Networks: A Systematic Introduction, *Springer Science & Business Media*.
- Ruth, M., Bernier, C., Jollands, N. ve Golubiewski, N., 2007, Adaptation of urban water supply infrastructure to impacts from climate and socioeconomic changes: the case of Hamilton, New Zealand, *Water Resources Management*, 21 (6), 1031-1045.
- Schneider, M. L. ve Whitlatch, E. E., 1991, User-specific water demand elasticities, *Journal of Water Resources Planning and Management*, 117 (1), 52-73.
- Sharma, S., 1996, Applied Multivariate techniques, *John Wiley & Sons Inc.*, New York, p.
- Sönmez Çakır, F., 2018, YAPAY SİNİR AĞLARI – Matlab Kodları ve Matlab Toolbox Çözümleri. Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık TİC. Ltd. Şti, Ankara: 1-50.
- Ünver, Ö., Gamgam, H. ve Altunkaynak, B., 2013, Temel İstatistik Yöntemler. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yurdunu Seven, İ. C., 2017, SPSS programını kullanabilmek için gerekli temel bilgiler, <http://www.dergipdr.com/spss-programini-kullanabilmek-icin-gerekli-temel-bilgiler-4428h.htm>: [24.02.2020].

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Omidullah ZEIN EBAD
Uyruğu : AFGANİSTAN
Doğum Yeri ve Tarihi : FARYAB 12.06.1993
Telefon : 05050986859
Faks :
E-Posta : gazanfargoodzila@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçeli	Bitirme tarihi
Lise	: İstiklal,	Kabil	2010
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi,	Konya	2016
Yüksek Lisans	: Konya Teknik Üniversitesi,	Konya	devam
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
-----	-------	--------

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

İleri seviye İngilizce
 Orta seviye Almanca
 Temel seviye Fransızca

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR

Zein Ebad, O., Yılmaz, V., (2019), "investigation of variables that affect the urban water consumption over some districts of konya city." (Omidullah Zein Ebad Yüksek Lisans Tezinden yapılmıştır), *İSAS WINTER-2019*, Samsun, Turkey.