

ARALIK 2018

Yüksek Lisans–Matematik

SÜMEYRA AKPINAR

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GAZİANTEP İLİ SU TÜKETİMİNİN MATEMATİKSEL
MODELLENMESİ**

MATEMATİK BÖLÜMÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜMEYRA AKPINAR

ARALIK 2018

Gaziantep İli Su Tüketiminin Matematiksel Modellenmesi

Gaziantep Üniversitesi

Matematik Bölümü

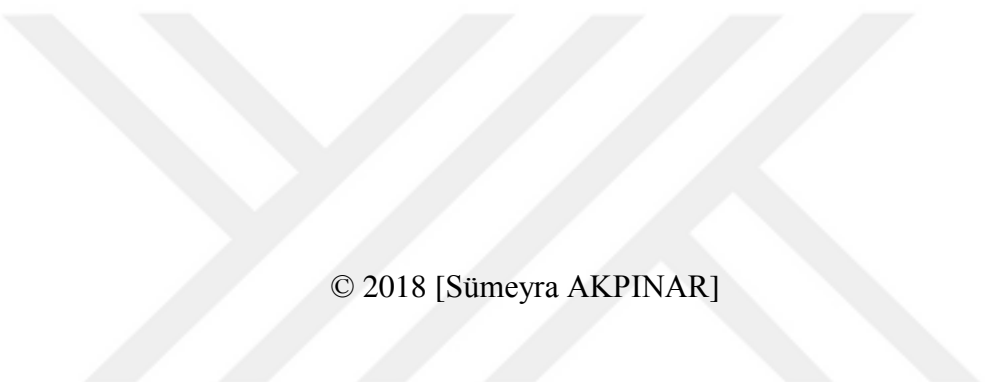
Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Doç. Dr. Necati OLGUN

Sümeysra AKPINAR

Aralık 2018



© 2018 [Sümeýra AKPINAR]

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK ANABİLİM DALI

Tezin Adı: Gaziantep İli Su Tüketiminin Matematiksel Modellenmesi

Öğrencinin, Adı Soyadı : Sümeyra AKPINAR

Tez Savunma Tarihi : 27.12.2018

Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Ahmet Necmeddin YAZICI

FBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof. Dr. Adil KILIÇ

Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Necati OLGUN

Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

İmza

Doç. Dr. Memet ŞAHİN

Doç. Dr. Necati OLGUN

Dr. Öğr. Üyesi Bayram BALA

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

Sümevra AKPINAR

ABSTRACT

**MATHEMATICAL MODELING OF WATER CONSUMPTION IN
GAZİANTEP CITY**

AKPINAR, Sümeyra

M.Sc. Thesis, Mathematics

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Necati OLGUN

December 2018

40 pages

Water is one of the most important vital components for people to maintain their daily lives. In order to ensure the continuity of the water cycle in nature and the efficient use of water resources, urban and industrial water use needs to be analyzed correctly and future water consumption needs to be modeled mathematically. Water consumption data of previous years were analyzed statistically with SPSS and Matlab package programs and the future water consumption was calculated mathematically by Fuzzy Artificial Neural Networks Method. SPSS and Matlab results were compared and similar results obtained. The number of subscribers and the changes in water consumption according to years were analyzed by linear regression method. According to this analysis, the number of subscriptions in 2023 is estimated to be 472854. In addition, the estimated water consumption in 2023 was calculated as $1.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ using the estimated number of subscriptions. Based on these analyzes and evaluations, it was concluded that the number of subscriptions increased linearly and played an effective role in water consumption. Matlab fuzzy neural network method and SPSS regression analysis methods were significantly correlated to each.

Keywords: Matlab, SPSS, artificial intelligent, Fuzzy Artificial Neural Networks, mathematical modelling.

ÖZET

GAZİANTEP İLİ SU TÜKETİMİNİN MATEMATİKSEL MODELLENMESİ

AKPINAR, Sümeyra

Yüksek lisans Tezi, Matematik

Danışman: Doç. Dr. Necati OLGUN

Aralık 2018

40 sayfa

Su, insanların günlük hayatını sürdürmeleri için gerekli, en önemli yaşamsal bileşenlerden birisidir. Doğadaki su döngüsünün devamlılığı ve su kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla kentsel ve endüstriyel su kullanımının doğru analiz edilip, gelecekteki su tüketiminin matematiksel olarak modellenmesine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada Gaziantep ili su tüketim verileri SPSS ve Matlab paket programları ile istatistiki olarak analiz edilip gelecekteki su tüketimi Bulanık Yapay Sinir Ağları Metodu ile matematiksel olarak tahmin edilmiştir. SPSS ve Matlab sonuçları karşılaştırılarak değişkenler arasında genel bir sonuca varılmıştır. Su tüketiminin abonman sayısı ve yıllara göre değişimi lineer regresyon yöntemiyle analiz edilmiştir. Bu analize göre, 2023 yılındaki abonman sayısı 472854 olarak tahmin edilmiştir. Bu abonman sayısı kullanılarak 2023 yılı su tüketimi $1.4 \times 10^8 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Bu analizler ve değerlendirmelere dayanarak, abonman sayısının lineer olarak arttığı ve su tüketiminde etkin bir rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Matlab bulanık sinir ağı yöntemiyle SPSS regresyon analizi yöntemlerinin birbirleri ile önemli ölçüde örtüştüğü gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Matlab, SPSS, yapay zeka, bulanık yapay sinir ağları, matematiksel model.



Aileme...

TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan Gaziantep Üniversitesi öğretim üyelerinden danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Necati OLGUN' a minnet ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca annem ve kardeşlerime, sonsuz destekleri için şükranlarımı sunarım. Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi yönetimi ve çalışanlarına veri sağlanması ve teknik yardımlarından dolayı teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Yüksek lisans öğrenimim boyunca benden desteğini esirgemeyen tüm Gaziantep Üniversitesi çalışanları ve akademisyenlerine sonsuz minnet sunarım.

Örneklerin toplanmasında, preparasyonunda ve teşhislerinde desteklerini benden esirgemeyen tüm arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ABSTRACT.....	v
ÖZET	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
BÖLÜM 1	1
1.1 Giriş ve Amaç.....	1
BÖLÜM 2	3
2.1 Package for the Social Sciences (SPSS).....	3
2.2 Regresyon Analizi Nedir?	4
2.2.1 Basit Doğrusal Regresyon Nedir?	5
2.3 SPSS: Normallik Testi.....	6
BÖLÜM 3	8
3.1 Gaziantep Su Kaynakları.....	8
BÖLÜM 4	14
4.1 SPSS ile Elde Edilen Sonuçlar	14
4.1.1 Korelasyon Analizi.....	14
4.1.2 Regresyon Analizi	17
BÖLÜM 5	25
5.1 Matlab Bulanık Yapay Sinir Ağları Metodu	25
5.1.1 Matlab Bulanık Yapay Sinir Ağı Analizi	26
BÖLÜM 6	38
SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRMELER	38
KAYNAKLAR	39

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1. Normallik testi.....	7
Tablo 2. İçme suyu arıtma tesisleri su arıtım kapasiteleri.....	9
Tablo 3. Kaynaklardan temin edilen su miktarının yıllara göre değişimi.....	13
Tablo 4. Korelasyon analizi.....	15
Tablo 5. Parçalı korelasyon analizi.....	16
Tablo 6. Mesafe analizi.....	16
Tablo 7. Belirleyici istatistiki sonuçlar.....	18
Tablo 8. Model özeti.....	19
Tablo 9. ANOVA analizi.....	19
Tablo 10. Katsayılar tablosu.....	20
Tablo 11. Bazı istatistiki değerler tablosu.....	21

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Yıllara Göre Su Tüketiminin Değişimi.....	6
Şekil 2. Gaziantep İli Şehre Verilen Su Miktarının Yıllara Göre Değişimi.....	9
Şekil 3. (a) Gaziantep Şehri İçme Suyu Kaynakları	10
(b) Temin Edilen Suyun Kaynaklara Göre Yüzdelik Dağılımı.....	11
Şekil 4. Temin Edilen Suyun Kaynaklara Göre Dağılımı.	11
Şekil 5. Toplam Şehre Verilen Su Miktarı.....	13
Şekil 6. Yıllara Göre Su Tüketim Miktarının Değişimi.....	17
Şekil 7. Normal Dağılım Grafiği.....	22
Şekil 8. Gözlemlenen-Tahmini Toplam Olasılık Eğrisi.....	23
Şekil 9. Standardize Edilmiş Tahmini Regresyon Analizi.....	24
Şekil 10. Bulanık Mantık Sistem Diyagramı.....	25
Şekil 11. 1991-2023 Yılları Toplam Su Tüketimi Değişimi.....	26
Şekil 12. Membership Function Editor (Tek Girdi).....	27
Şekil 13. Ruler Veiewer Diagramları(Input=3.68e+05).....	28
Şekil 14. Ruler Veiewer Diagramları (Input=3.09e+05).....	28
Şekil 15. Ruler Veiewer Diagramları (Input=4.19+05).....	29
Şekil 16. Membership Function Editor for Input.....	30
Şekil 17. Membership Function Editor for Output.....	30
Şekil 18. Surface Viewer Grafiği (Tek Girdi).....	31
Şekil 19. Membership Function Editor Çift Girdi.....	32
Şekil 20. Rules Çift Girdi Analiz.....	33
Şekil 21. Ruler Veiewer Diagramları (Input=2.83+05).....	34
Şekil 22. Surface Viewer Grafiği (İki Girdi).....	35

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SPSS	Statistical Packet for the Social Science
BYSA	Bulanık Yapay Sinir Ağları



BÖLÜM 1

1.1 Giriş ve Amaç

Su, insanların günlük hayatını sürdürmeleri için gerekli ve önemli bir bileşendir. Suyun günlük kullanım, tarımsal faaliyetler gibi birçok kullanım alanı vardır. Örneğin, endüstriyel üretim sektöründe suyun kullanımının yerine geçebilecek herhangi bir alternatifi bulunmamaktadır. Suyun önemini, toplam karasal alanın yaklaşık yüzde 50'sinin uluslararası drenaj havzasında ve 200'den fazla nehrin de 2 veya 3 ülke tarafından paylaşıyor olması (Gleick ve ark. 1994, s. 41) açık ve anlaşılır bir biçimde ortaya koymaktadır.

Suyun diğer bir önemli kullanım alanı da enerji endüstrisidir. Örneğin, hidroelektrik santrallerinde su depo edilerek, suyun potansiyel enerjisi, hareket enerjisine dönüştürülür ve bu sayede enerji elde edilir. Ayrıca, denizlerdeki ve okyanuslardaki dalga ve gel-git olaylarının mekaniksel hareketleri de enerji üretiminde kullanılabilir.

Suyun doğadaki ekolojik döngüsü ve bitkisel hayatı olayların devamında da önemli bir yeri bulunmaktadır. Karbondioksit (CO_2) ve suyu kullanarak, besin, enerji ve ısı üreten fotosentetik canlılar, suyun doğadaki ekolojik sistemdeki yerini ve önemini ortaya koymaktadır.

Endüstriyel gelişmeler ve lineer olmayan nüfus artışına paralel olarak insanların günlük su ihtiyacı ve tüketimi artmaktadır (Cahill ve ark. 2013). Kaynakların verimli ve dengeli bir biçimde kullanılması ülkeler için önemli bir politika haline gelmekte ve bu alanda önemli su kullanım modelleri gelişmektedir. Örneğin, Bulanık Yapay Sinir Ağları Metodu su tüketiminin modellenmesinde sıkça kullanılmaktadır (Altunkaynak ve ark. 2005). Monte Carlo modeli gibi matematiksel yaklaşımlar hane bazlı su tüketimi modellenmesinde olasılık dağılımı parametresini de kullanarak tüketimin ileriki yıllarda değişimini tahmin etmede kullanılabilir (Cahill ve ark. 2013). Bu tür modeller su kaynaklarının etkili bir biçimde kullanımı ve

korunmasında da dünya genelinde (Avrupa, Amerika, Afrika gibi) yaygın biçimde kullanılmaktadır (Blokke ve ark. 2010; Gumbo ve ark. 2003; Kampragou ve ark. 2011; Sauri 2003; Cahill ve ark. 2013). Altunkaynak ve ark. (2013) ve Şen ve ark. (2002) model analizinin popülasyon, su fiyatı, ortalama gelir bazlı su kullanımı modellemesinde sıklıkla kullanıldığını rapor etmiştir. Bu bağlamda regresyon ve korelasyon analizinin etkin ve verimli bir şekilde kullanıldığı istatistikî modeller ve bilgisayar programları su tüketiminin modellenmesinde tercih konusu olabilmektedir. Statistical Packet for the Social Science (SPSS) istatistikî veri analizi, regresyon ve korelasyon analizinde kullanılan konvansiyonel ve kolay uygulanabilir bir yazılım olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Ayrıca veri setinin büyüklüğüne ve kullanılacak modelin karmaşıklığına göre Matlab gibi daha ileri analiz programları da tercih edilebilir.

Bu çalışmamda Gaziantep ili su tüketimi modellenerek geleceğe dönük su kullanım miktarlarını tahmin etmek amaçlanmaktadır. Model, SPSS ve Matlab paket programları kullanılarak regresyon ve korelasyon analizleri uygulanarak belirlenmiştir. İstatistikî analizde ve modellerde nüfus projeksiyonu ve kaynaklardan elde edilen su miktarları kullanılmış olup ileriye dönük su tüketimi ve kullanımı yaklaşık olarak tahmin edilmiştir.

BÖLÜM 2

2.1 Package for the Social Sciences (SPSS)

SPSS istatistiki analizlerde, veri değerlendirmesi ve yorumlamasında sıklıkla tercih edilen (özellikle sosyal bilimler alanında) veri analiz paket programıdır. SPSS, kolay öğrenilen, etkili, hızlı ve konvansiyonel bir paket program olup regresyon ve korelasyon analizlerinin tatbikinde kullanılabilmektedir. SPSS, içerik olarak Excel'e Office programına benzer özellikler taşımaktadır. Bu nedenle kullanımı ve öğrenilmesi kolay ve hızlıdır. Excel Office programındaki limitasyonlar ve eksikliklerden dolayı, genelde, analizciler ve sosyal bilimciler SPSS'i tercih etmektedir.

Akademik çalışmalarda SPSS paket programının kullanımına aşağıdakileri örnek olarak gösterebiliriz.

- Anket güvenirlik katsayısının bulunması (Cronbach alpha gibi),
- Faktör analizinin uygulanması,
- Katılımcıların cinsiyet, mezun olunan okul, medeni hal gibi değişkenlere göre sayılarının ve oranlarının bulunması,
- Veriler arasında korelasyon yani ilişki olup olmadığının tespiti (pearson r gibi),
- Regresyon eşitliğinin bulunması,
- Herhangi bir verinin kadın ve erkekler arasında veya bitirilen okula göre istatistiksel olarak farklılaşıp farklılaşmadığının tespiti (t-testi, ANOVA, Mann Whitney U, Kruskal Wallis, Ki-kare gibi testler),

Örneğin; Kruskal Wallis testi bir bağımsız ve birden fazla bağımlı değişkenin sisteme tanıtılması ile analiz gerçekleştirilir. Bir başka deyişle Kruskal Wallis

ANOVA nın parametrik olmayan versiyonudur ve Mann Whitney testinin genellenmiş formudur.

2.2 Regresyon Analizi Nedir?

Regresyon Analizi, istatistiki modellerde değişkenler arasındaki ilişkinin tahmin edilmesinde kullanılan istatistiki bir proseslerdir. Ayrıca regresyon analizi verilerdeki eğilimin belirlenmesinde de kullanılır. Örneğin; ne kadar yediğiniz ve kilonuz arasındaki bağlantıyı ilişkilendirebilirsiniz. İlişkiyi matematiksel olarak regresyon analizi en uygun biçimde ortaya koyar. Regresyon analizi farklı olarak şu şekilde de ifade edilebilir; bir rastgele değişkenin davranışının model kullanarak tahminlenmesidir. Regresyon analizinin tam olarak anlaşılabilmesi için bağımlı ve bağımsız değişkenler kavramının iyi bilinmesi gereklidir. Basit olarak bağımlı değişken tahmin edilmeye çalışılan ya da anlaşılmaya çalışılan faktördür. Bağımsız değişken ise bağımlı değişken üzerine etkili olan ve bir hipotez ile açıklanan faktördür. Bir regresyon analizi bağımlı değişkenin belirlenmesi ile başlar ve bağımsız değişkenlerin bu bağımlı değişkene etkilerinin hipotez edilmesi ile devam eder. Genel olarak istatistik biliminde aşağıda belirtilen regresyon çeşitleri tercih edilir:

- Lineer Regresyon
- Lojistik Regresyon
- Polinomal Regresyon
- Aşamalı (Stepwise) Regresyon
- Ridge Regresyon
- Lasso Regresyon
- Elasticnet Regresyon

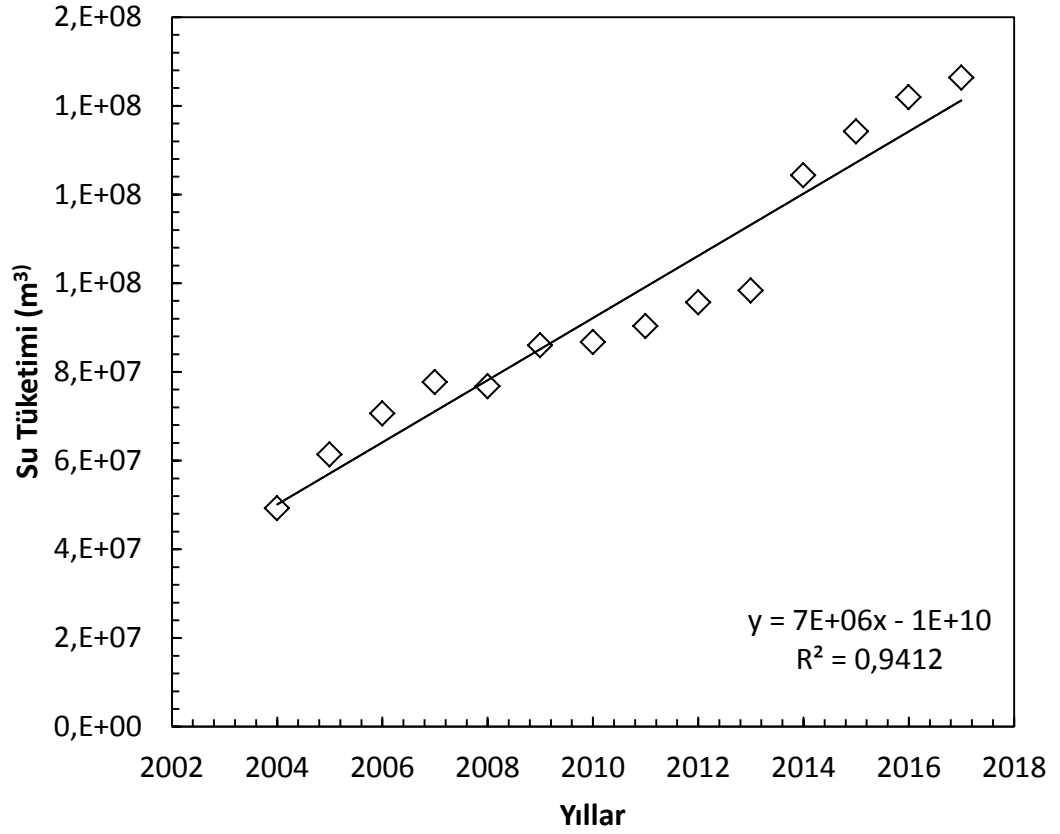
Yukarıda belirtilen regresyon çeşitlerinden en yaygın olanı Lineer Regresyondur. Lineer Regresyon bir bağımlı değişken (y) ve bir veya birden fazla bağımsız değişkenin en uygun doğrusal grafik ile ifade edilme şeklidir. Bu regresyonun matematiksel eşitliği $y = mx + n$ dir. Bu eşitlikte m eğim, n ise y-ekseninin doğru tarafından kesim noktasıdır. Ayrıca bu eşitlik tahmini değişkenler baz alınarak hedef değişkene ulaşmada da kullanılır.

Basit lineer değişkenler ve çoklu lineer değişkenler arasındaki fark bağımsız değişken sayısı ile alakalıdır. Sadece bir bağımsız değişkeni olan regresyonlar basit lineer regresyonlardır. Birden fazla bağımsız değişkeni olan regresyonlar ise çoklu lineer regresyonlardır. Lineer regresyonlarda bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında doğrusal ilişki vardır. Çok değişkenli durumlarda bağımlı değişkene etki eden diğer değişkenler sabit kabul edilerek (Ceteris Paribus şeklinde) hesaplama yapılmaktadır. Bu değişkenlerin bağımlı değişkeni nasıl etkilediği bir katsayı ile belirlenmektedir. Bu katsayıya ise değişkenin regresyon katsayısı denir ve bağlılığın derecesini gösterir. nemli olan etkileyen ile etkilenen arasında bir sebep sonuç ilişkisi bulunmasıdır. Yani regresyon demek anlamlı bir ilişki var mı yok mu sorumuza cevap demektir. Kısaca özetlemek gerekirse veri tablosuna en uygun fonksiyonu bulma işine Regresyon Analizi deniliyor.

2.2.1 Basit Doğrusal Regresyon Nedir?

Regresyon analizi bir bağımlı değişken ile bir bağımsız değişken (basit regresyon) veya birden fazla bağımsız değişken (oklu regresyon) arasındaki ilişkilerin matematiksel eşitlik ile açıklanması sürecidir. Regresyon analizinde değişkenler arasındaki ilişki doğrusal ise doğrusal regresyon, değil ise doğrusal olmayan regresyon olarak adlandırılır.

Basit regresyon analizine geçmeden önce değişkenler arasındaki normal dağılım ve doğrusal ilişki varsayımlarının test edilmesi gerekir. Değişkenler arasındaki ilişkinin doğrusal olup, olmadığı serpilme grafiği ‘Scatter Plot’ ile test edilebilir. şekil 1 basit bir lineer serpilme grafiğini temsil etmektedir.



Şekil 1. Yıllara Göre Su Tüketiminin Değişimi.

Şekil 1 deki 2,E+08 değeri Office Excel programında kategori olarak sayı yerine bilimsel seçilerek elde edilmiş sayısal değerdir.

2.3 SPSS: Normallik Testi

İstatistikte normallik testi bir data setinin normal dağılımla iyi modellenip modellenemediğinin belirlenmesinde kullanılır. Normallik testi genel olarak normalitenin grafiksel değerlendirmesini destekleyici yönde kullanılır (Elliott ve Woodward, 2007). Normallik değerlendirilmesinde genelde Kolmogorov-Smirnov (K-S) testi, Anderson-Darling testi, Cramer-von Mises testi, Ancombe-Glynn kurtosis testi gibi testler kullanılır (Öztuna ve ark., 2006). SPSS normallik testi için K-S ve Shapiro-Wilk normallik testleri tercih edilebilir, fakat bu testlerin örnekleme büyüklükleri genelde 50 ile sınırlıdır (Elliott ve Woodward, 2007). Tablo 1 de SPSS normallik testinin bir örneği sunulmuştur.

Tablo 1. Normallik Testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
AboneSayisi	,092	27	,200 [*]	,962	27	,412
Tahakkuk	,254	27	,000	,850	27	,001
Kartalkaya	,232	27	,001	,858	27	,002
Mizmilli	,166	27	,053	,854	27	,001
Kuyular	,139	27	,193	,947	27	,185
Toplam	,250	27	,000	,847	27	,001

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

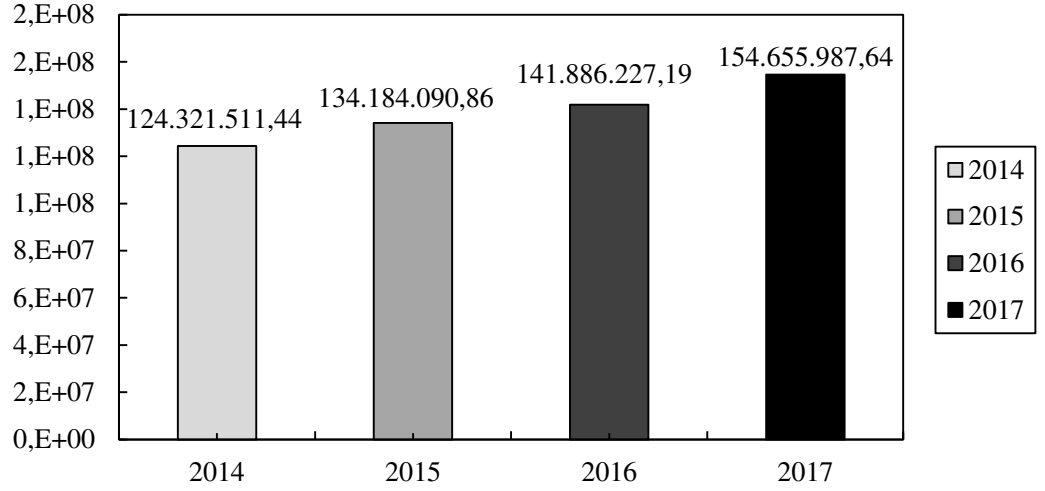
Görüldüğü gibi burada iki farklı test vardır. Bunlardan biri ‘Kolmogorov Smirnov’ diğeri ise ‘Shapiro-Wilk’ testidir. Burada ‘Shapiro-Wilk’ testinin değerleri 0,05 den küçük olduğu için oluşturulan hipotez doğrulanmış sayılabilir. Yani tüm gruplar için %95 güvenle veriler normal dağılımlı değildir denir.

BÖLÜM 3

3.1 Gaziantep Su Kaynakları

Gaziantep Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi (GASKİ) verilerine göre Gaziantep şehri içme suyu ihtiyacı birincil olarak Kahramanmaraş ilinin, Pazarcık ilçesi sınırları içerisinde bulunan Kartalkaya Barajı'ndan 3 adet terfi merkezi ile yaklaşık 54 km isale hattı vasıtasıyla karşılanmakta ve pompalarla (296 metre yüksekliğe) depolara terfi edilmektedir. Birinci isale hattı 1400 mm çapında ön gerilmeli beton boru, ikinci isale hattı birinciye paralel 1800 mm çapında, çelik borudur (GASKİ 2018). İkinci kaynak olarak ise Kahramanmaraş ili sınırlarındaki Mizmilli kuyularından 3 adet terfi merkezi ile 44 km isale hattı vasıtasıyla karşılanmakta ve pompalarla 602 m yüksekliğe terfi edilmektedir (GASKİ 2018). 30 adet sondaj kuyusuyla şehre verilen su miktarı 85.000 m³/gün'dür. Son olarak ise şehrin değişik yerlerinde bulunan 14 adet derin kuyu olup; şebekeye verilen su miktarı 35.000 m³/gün'dür (GASKİ 2018). İsale hattı ile şehre getirilen sular birinci içme suyu arıtma tesisi ünitelerince kirlilik yüklerinden arındırılarak şehir şebekesine verilir. Şekil 2 toplam su tüketiminin yıllara göre değişimini özetlemektedir.

ŞEHRE VERİLEN SU MİKTARI (m³)



Şekil 2. Gaziantep İli Şehre Verilen Su Miktarının Yıllara Göre Değişimi (Gaski 2018).

Birinci isale hattı ve birinci etap arıtma tesisi Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından 1981 yılında devreye alınmıştır. İkinci etap arıtma tesisi 1997 yılında, ikinci isale hattı ve 3. etap arıtma tesisi ise 2002 yılı sonunda GASKİ Genel Müdürlüğü tarafından devreye alınmıştır. Aşağıda arıtma tesisindeki suyu farklı etaplarda arıtım kapasiteleri özetlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. İçme Suyu Arıtma Tesisleri Su Arıtım Kapasiteleri (Gaski 2018).

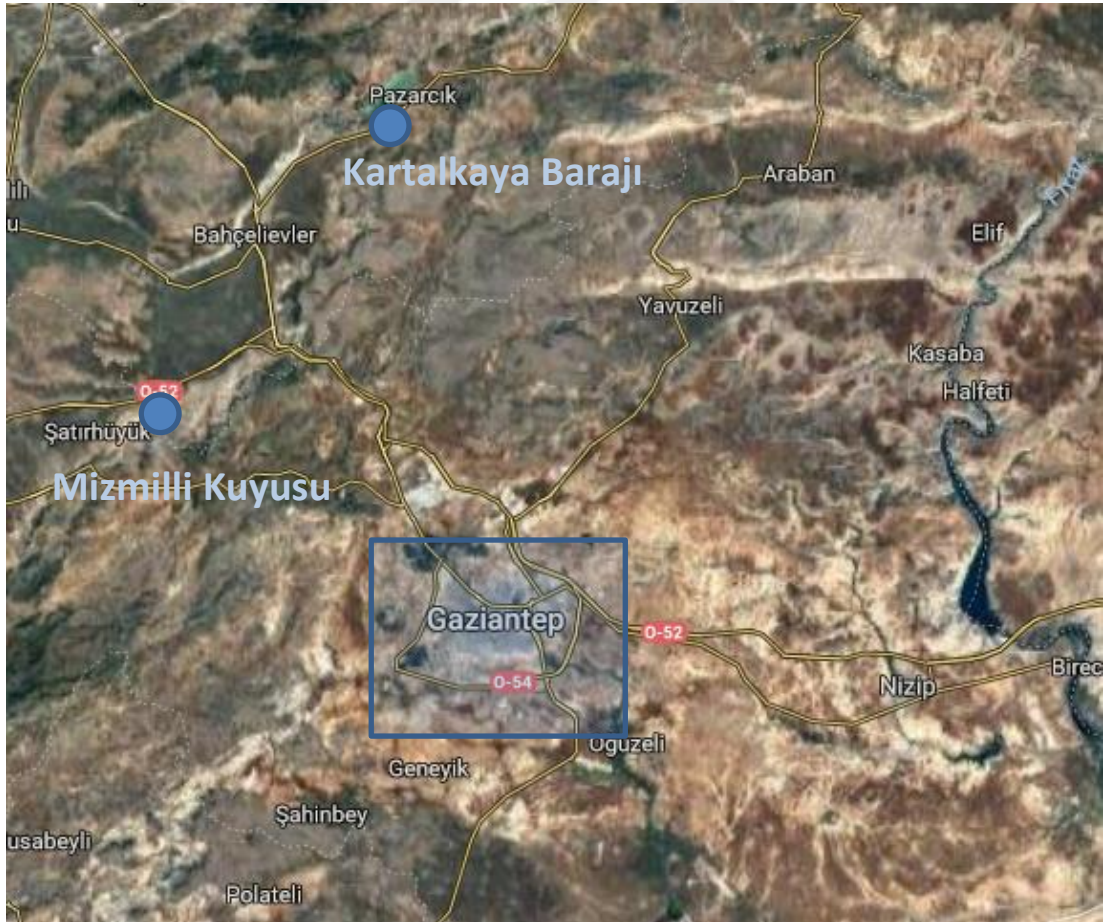
1. Etap Arıtma Tesis	1.39 m ³ /sn = 120.000 m ³ /gün
2. Etap Arıtma Tesis	1.39 m ³ /sn = 120.000 m ³ /gün
3. Etap Arıtma Tesis	1.85 m ³ /sn = 160.000 m ³ /gün
TOPLAM KAPASİTE:	4.63 m ³ /sn = 400.000 m ³ /gün

Kaynaklardan, içme suyu arıtma tesislerine gelen ham su, aşağıdaki ünitelerden geçirilerek fiziksel, kimyasal ve biyolojik kirliliklerden temizlenir.

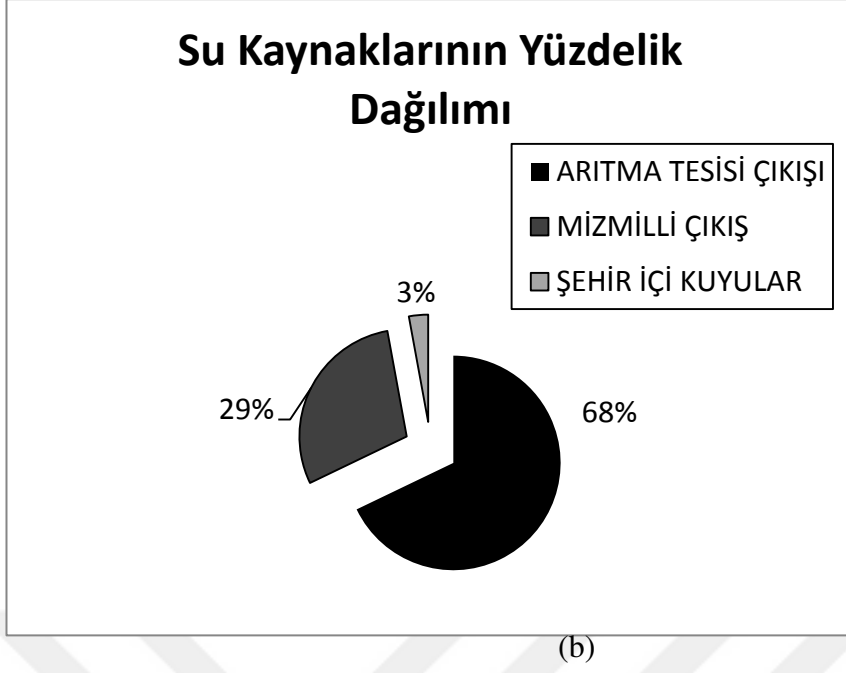
- Kougülant ilavesi,
- Hızlı karıştırma ve dağıtım,

- Flokülasyon ve çökelme,
- Durulmuş suyun filtrelmesi,
- Sterilizasyon (Klorlama, Ozonlama)
- Temiz suyun depolanması,
- Temiz suyun şehire verilmesi

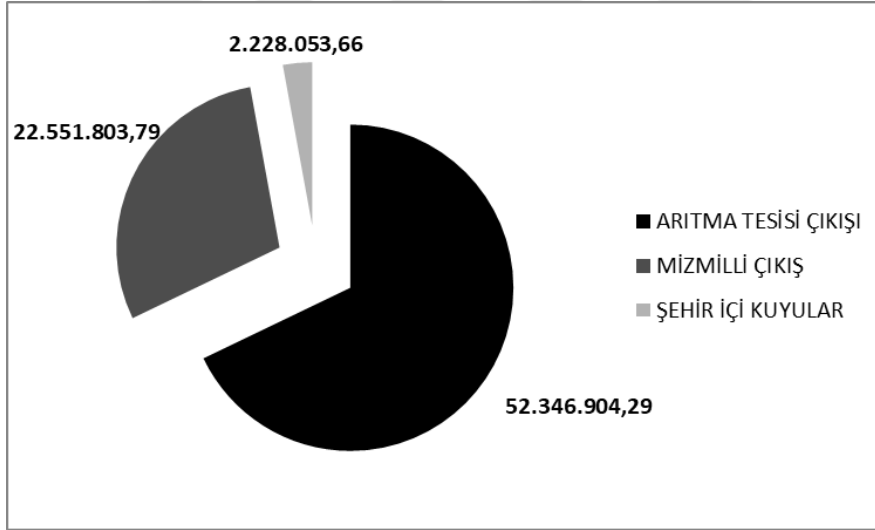
Şekil 3 de (a) içme suyu temin edilen Kartalkaya Barajı ve Mizmilli Kuyusu ve (b) kaynakların toplam su teminindeki yüzdelik dilimleri gösterilmektedir. Ayrıca şehrin farklı noktalarında açılmış içme suyu kaynakları da yüzeysel olarak gösterilmiştir. Şekil 4 ise kaynaklardan gelen su miktarını göstermektedir.



(a)



Şekil 3. (a) Gaziantep Şehri İçme Suyu Kaynakları ve (b) Temin Edilen Suyun Kaynaklara Göre Yüzdelik Dağılımı (Gaski 2018).



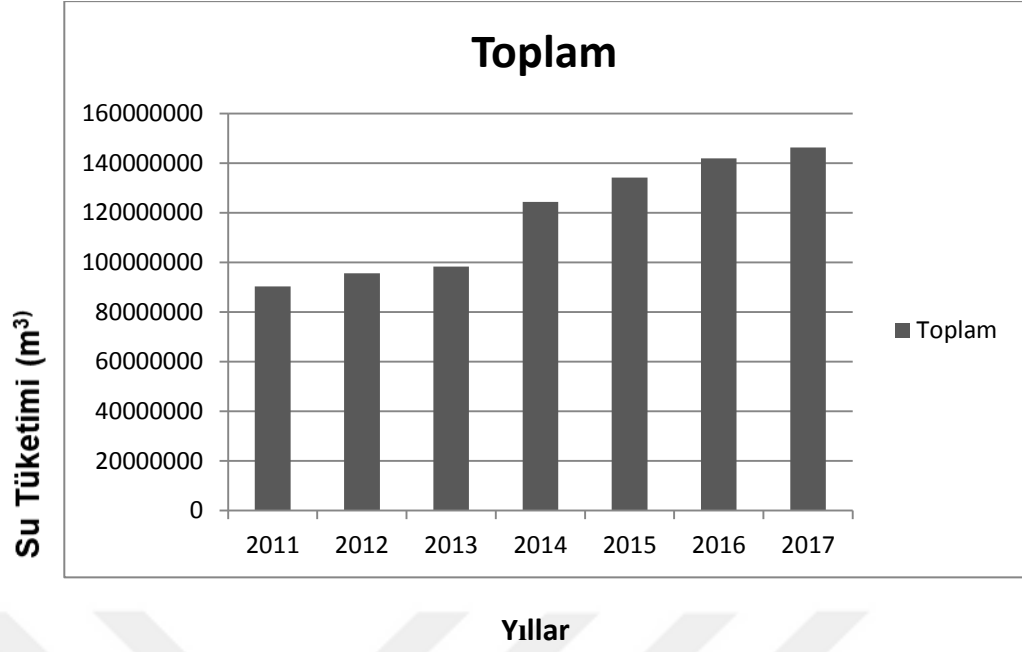
Şekil 4. Temin Edilen Suyun Kaynaklara Göre Dağılımı.

Kaynaklardan temin edilen içme suyu miktarı mevsimsel olarak yağış miktarı ve sıcaklık salınımlarının etkisiyle artış veya azalış göstermektedir. Ayrıca çevresel etkilerin haricinde artan yeraltı su miktarı ve abone sayısı da suyun temini ve kullanımında önemli rol oynamaktadır. Kaynaklardan temin edilen su miktarı 1991 ve 2017 yılları arasında 35626957,58 m³ den 146312806,9 m³ e ulaşmıştır. Bu artıştaki temel etkenlerden biri olan abone sayısı da 1991 ve 2017 yılları arasında 114661 den 451685'e yükselmiştir. Bu üç kaynaktan temin edilen su miktarı oransal olarak en fazla Kartalkaya Barajından gelmektedir. Tablo 3 su temin edilen üç farklı

kaynağın 1991-2017 yılları arasındaki abone sayıları ve temin edilen su miktarlarını özetlemektedir.

Tablo 3. Kaynaklardan Temin Edilen Su Miktarının Yıllara Göre Değişimi (Gaski 2018 İzniyle).

Yıllar	Abone Sayısı	Kartalkaya	Mizmilli	Kuyular	Toplam
1991	114661	22349980,44	10011636,4	3265340,54	35626957,38
1992	122451	19552378,37	10496869,85	6750789,08	36800037,31
1993	129775	24559301,7	10028458,15	6442599,783	41030359,64
1994	139179	28580247,21	16178140,11	4880191,478	49638578,79
1995	148087	25422425,59	19439068,57	4777084,633	49638578,79
1996	159837	27395182,2	20218677,27	3723432,769	51337292,24
1997	167843	28928705,71	14101210,81	4438780,972	47468697,49
1998	176930	31124153,52	12173111,52	3379541,174	46676806,21
1999	203642	32418391,86	12791340,08	5642512,331	50852244,27
2000	211928	34169793,45	10736467,13	6156781,848	51063042,43
2001	215991	32142315,1	10343484,66	4707443,58	47193243,34
2002	228116	30208838,29	10636353	5868645,153	46713836,44
2003	259534	29556289,95	12432521,58	3890420,855	45879232,39
2004	268797	24240501,85	21260998,61	3718665,608	49220166,06
2005	255114	45916046,13	12108549,98	3321759,613	61346355,72
2006	259878	51790902,39	13413112,79	5384220,764	70588235,94
2007	266404	57435795,58	12699077,08	7559900,71	77694773,37
2008	285089	52775763,09	18990578,59	4957939,72	76724281,41
2009	314786	61051543,52	20001187,15	4912194,943	85964925,61
2010	324649	60669632,78	22328019,85	3715123,873	86712776,51
2011	334168	68498542	18700578,99	3119612,29	90318733,79
2012	344960	69145353,94	21134249,18	5325326,56	95604929,68
2013	357305	71587475,31	20749641,58	5971683,26	98308800,15
2014	373605	94243821,1	25478618,19	4599072,15	124321511,4
2015	395578	98276923,21	31272790,2	4634377,45	134184090,9
2016	418635	102499979,8	35781873,26	3604374,14	141886227,2
2017	451685	103776805,9	39031615,91	3504385,06	146312806,9



Şekil 5. Toplam Şehre Verilen Su Miktarı.

Şekil 5 te şehre verilen toplam su miktarı sutun grafiği ile gösterilmiştir.

BÖLÜM 4

4.1 SPSS ile Elde Edilen Sonuçlar

İnsanlık, varoluşundan bu yana suya ihtiyaç duymuştur ve suya bağımlı yaşamıştır. Su kıtlığı küresel bir sorun olup ülke, hatta şehir bazında önlemleri alınması gereken çevresel bir etken haline gelmiştir. Su kaynakları yönetiminde ve su tüketimi projeksiyonlarında matematiksel model kullanımı git gide zorunlu bir hal almaktadır. Doğru tahmin ve uygulanabilir yaklaşımlar, geçerli matematiksel modeller ve istatistiki analizlerle sağlanabilir. Özellikle son yıllarda belediyeler ve Devlet Su İşleri (DSİ) su temini ve su kaynaklarının tespitinde önemli ölçüde istatistiki ve matematiksel yaklaşımlara, modellere ihtiyaç duymaktadır. Bu matematiksel modeller, kaynaklardaki suların daha verimli bir şekilde kullanılması ve su miktarlarının daha doğru tespiti için vazgeçilmez bir bileşen haline gelmiştir.

Su kaynaklarının yönetimi ve su kullanımında genel olarak hızlı, kolay uygulanabilir ve çözüm odaklı yazılımlar ve modeller tercih edilir. Matlab ve SPSS su kullanımı modellemesinde sıklıkla kullanılan paket programlardır. Bu bölümde Gaziantep ili, 1991-2017 yılları arası toplam su tüketimi (tüketici verileri oranıyla) verileri kullanılarak su tüketim modelleri geliştirilmiştir. Ayrıca verilerin değişkenleri arasındaki korelasyon incelenmiştir. Veriler regresyonel analizlerle de istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

4.1.1 Korelasyon Analizi

1991-2017 yılları arası abonman bazlı toplam su tüketim verileri analiz edildi. Değişkenler arasındaki korelasyon (istatistiki ilişki) değerlendirilmesi yapılarak sonuçlar Tablo 4 te sunulmuştur. Analizdeki tüm korelasyonlar ‘Pearson Correlation’ yaklaşımı kullanılarak yapılmıştır. Tablo 4 te görüldüğü üzere toplam su tüketimi ve abone sayısı arasındaki korelasyon 0,929 olarak belirlendi. Ayrıca toplam su tüketiminin yıllara göre korelasyonunda katsayı 0,909 olarak ortaya çıktı. Yıllara

göre abone sayısı korelasyonunda da istatistiki olarak anlaşılabilir bir değer olan 0,990 elde edildi.

Tablo 4. Korelasyon Analizi.

Correlations		Toplam	AboneSayisi	Yillar
Toplam	Pearson Correlation	1	,929**	,909**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000
	N	27	27	27
AboneSayisi	Pearson Correlation	,929**	1	,990**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000
	N	27	27	27
Yillar	Pearson Correlation	,909**	,990**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	
	N	27	27	27

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Aynı veri setine abone sayısı değişkeni sabit kabul edilerek parçalı korelasyon analizi de uygulandı. Toplam su tüketimi korelasyon katsayısı -0,197 olarak hesaplandı. Ayrıca parçalı korelasyon katsayısı analizinin önem katsayısı da 0,135 olarak tespit edildi. Tablo 5 parçalı korelasyon analizi sonuçlarını özetlemektedir.

Tablo 5. Parçalı Korelasyon Analizi.

Correlations				
Control Variables			Yillar	Toplam
AboneSayisi	Yillar	Correlation	1,000	-,197
		Significance (2-tailed)	.	,335
		df	0	24
	Toplam	Correlation	-,197	1,000
		Significance (2-tailed)	,335	.
		df	24	0

Olasılık teorisi istatistiki olarak iki veri veya olasılık arasındaki mesafenin belirlenmesi için de mesafe analizi kullanılabilir. Tablo 6 da geçerli ve geçersiz olayların yüzdelik olarak değerlendirildiği mesafe analizi özetlenmektedir.

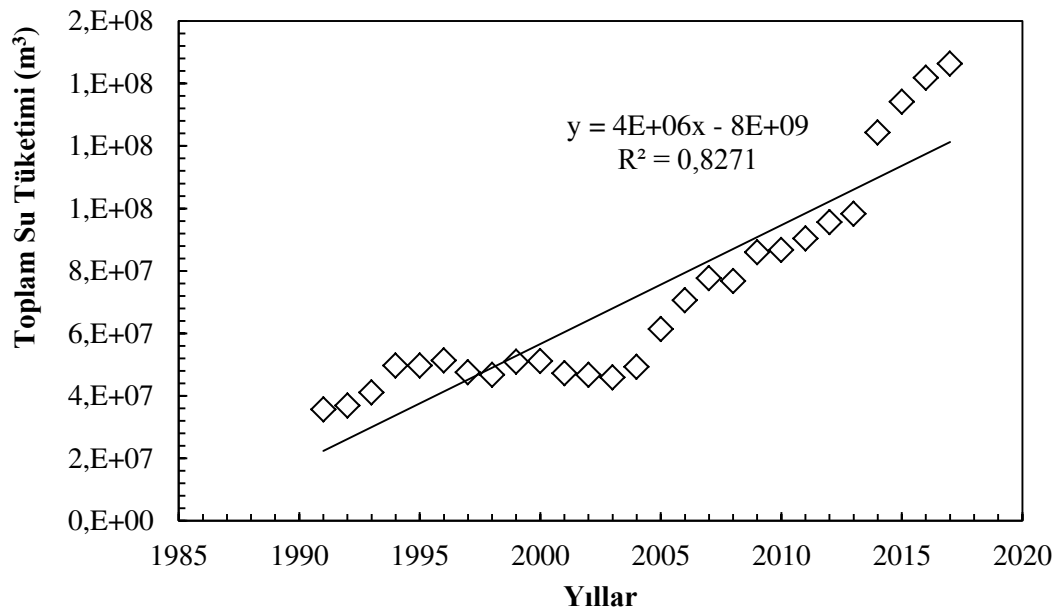
Tablo 6. Mesafe Analizi.

Case Processing Summary					
Cases					
Valid		Missing		Total	
N	Percent	N	Percent	N	Percent
27	100,0%	0	0,0%	27	100,0%

Mesafe analizinde geçerli olayların yüzdesi %100 geçerli olmayan olayların yüzdesi %0 olarak tahmin edilmiştir.

4.1.2 Regresyon Analizi

Değişkenler arasındaki ilişkinin tahmin edilmesinde kullanılan bir teknikte regresyon analizidir. Regresyon analizinde, lineer teknik en sık kullanılandır. Bu çalışma da su tüketimi abonman ve zaman değişkenlerinin lineer regresyonları SPSS ve Office Excel programları kullanılarak yapılmıştır. Toplam su tüketiminin yıllara göre değişiminin lineer regresyon analizi yapılmıştır. Şekil 4 bu iki değişken arasındaki lineerliği $R^2 = 0,8271$ değeri ile göstermektedir.



Şekil 6. Yıllara Göre Su Tüketim Miktarının Değişimi.

Ayrıca elde edilen veriler baz alınarak lineer regresyon analizi yapıldığında Eşitlik 1 elde edilmiştir:

$$y = 4E + 06x - 8E + 09 \quad (\text{Eş. 1})$$

Su tüketiminin yıllara göre değişimi SPSS paket programı kullanılarak da yapıldı. Verilerin istatistiksel olarak anlamlılığı, standart sapması gibi parametreleri tespit edilip bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler detaylı bir şekilde incelendi. Tablo 7 ortalama ve standart sapma değerlerinin toplam su tüketimine karşı yıllar grafiğinden lineer regresyon tekniği ile elde edilmiş verilerini özetlemektedir. Standart sapma değerinin çok yüksek olmasının sebebi yıllardaki

artış oranına kıyasla toplam su tüketimin çok fazla değişmesiyle ilgili. Sadece standart sapma değerine bağlı kalarak istatistik yorum yapma gerçekçi olmayabilir.

Tablo 7. Belirleyici İstatistiki Sonuçlar.

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
Toplam	71818797,0854 80870000000	33229634,3854 81026000000	27
Yıllar	2004,000	7,9373	27
AboneSayisi	256615,815	96280,3219	27

SPSS lineer regresyon analizi sonuçları R ve R^2 parametreleri değişimi bakımından istatistiki olarak değerlendirilip Office Excel regresyon analizi sonuçları ile karşılaştırıldı. Her iki yaklaşım (Excel ve SPSS) için de beklenildiği gibi istatistiki olarak anlamlı değerler elde edildi ($R^2_{\text{Excel}} = 0.827$, $R^2_{\text{SPSS}} = 0.868$). R^2 değerlerindeki değişiklik lineer regresyon analizindeki programa tanıtılan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin farklılığından kaynaklanmaktadır. Office Excel için bir bağımlı ve bir bağımsız olmak üzere iki değişken tanıtılmıştır, fakat SPSS için bir bağımlı ve iki bağımsız değerle regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. SPSS analizinde elde edilen değerler daha anlamlı olma sebebi de sisteme tanıtılan ikinci bir bağımlı değişkenden dolayıdır. Ayrıca, SPSS analizinde tahmini standart hata payları belirlendi (yaklaşık 1.2×10^8). Yüksek standart tahmini hata oranı değişkenler arasındaki sayısal büyüklük farkından kaynaklı olabilir. Tablo 8 de toplam su tüketimi-yıllar değişkenleri için SPSS lineer regresyon analizinin kısa bir özeti tablo halinde sunulmuştur.

Tablo 8. Model Özeti.

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,931 ^a	,868	,857	12582986,2893 56135000000

a. Predictors: (Constant), AboneSayisi, Yillar

b. Dependent Variable: Toplam

Genellikle, veri analizi proseslerinde ortalama değerler arasında önemli bir farklılığın olup olmadığı tek-yön ANOVA analizi ile değerlendirilir (Tablo 9). Bu analiz de dikkat edilmesi gereken parametre ‘Sig’ (önem değeri) parametresidir. Bu parametrenin 0.05’ten küçük olması beklenir. Bu çalışmada, herhangi bir sınır aşımına rastlanılmamıştır.

Tablo 9. ANOVA Analizi.

ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	2490946658121 6328,000	2	1245473329060 8160,000	78,662	,000 ^b
Residual	3799957054994 987,000	24	1583315439581 24,470		
Total	2870942363621 1320,000	26			

a. Dependent Variable: Toplam

b. Predictors: (Constant), AboneSayisi, Yillar

Toplam su tüketimi ve abonman sayısı verileri kullanılarak yapılan SPSS lineer regresyon analizi sonucu Tablo 10 da gösterilen çıktılar elde edildi.

Tablo 10. Katsayılar Tablosu.

Coefficients ^a							
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
(Constant)	4358805042,86	4441296884,431		,981	,336	-4807581208,68	13525191294,399
Yıllar	-2203288,083	2239626,875	-,526	-,984	,335	-6825650,768	2419074,602
Abone Sayısı	500,371	184,633	1,450	2,710	,012	119,308	881,434

a. Dependent Variable: Toplam

Standardize edilmemiş katsayılar kısmında ‘B’ model katsayıları program tarafından hesaplanmıştır. Katsayılar sırasıyla $B=4358805042,860$, $B_{\text{yıllar}}=-2203288,083$ ve $B_{\text{abone sayısı}}=500,371$ olarak hesaplanmıştır. Standardize edilmiş katsayılar kısmında ise abone sayısı ve toplam su tüketimi için Beta değerleri sırasıyla -0.526 ve 1.450 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca bunlara ek olarak B katsayı değeri için %95 güven aralığı testi uygulanmıştır. Bu test sonucunda katsayı için alt ve üst sınır değerler sırasıyla -4807581208,680 ve 13525191294,399 olarak hesaplanmıştır.

Verilerin lineer regresyon analizi yapılırken sisteme x ve y eksenleri için tanıtilan *DRESID ve *ZPRED opsiyonları tercih edildi. Bu değerlendirmeler ve veri girişleri neticesinde elde edilen fakat modelin oluşturulmasında yaklaşıma kritik bir şekilde etki etmeyen bazı istatistiki veriler Tablo 11 de verilmiştir. *DRESID ve *ZPRED de opsiyonları haricinde farklı istatistiki yöntemlerde SPSS paket programı içinde mevcuttur. Analizin türüne ve çalışmanın boyutuna en uygun olan istatistiki yöntem tercih edilmelidir.

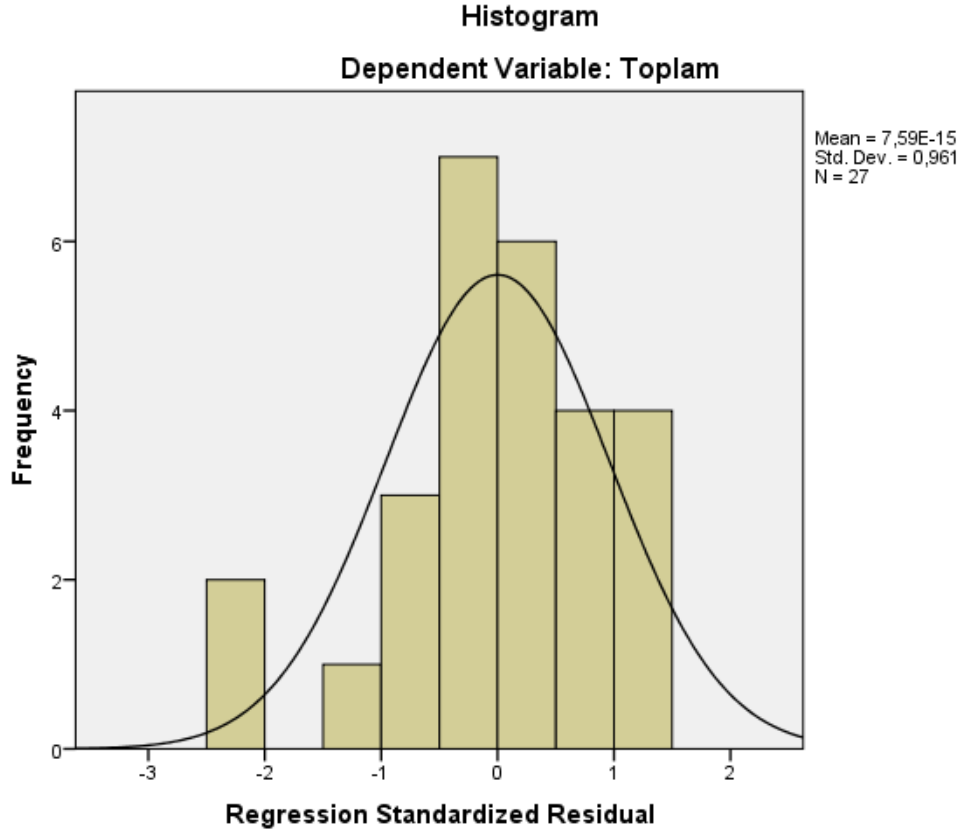
Tablo 11. Bazı İstatistiki Değerler Tablosu.

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	29431492,000000 000000000	140782992,000 000000000000	71818797,0854 80760000000	30952486,2809 09117000000	27
Std. Predicted Value	-1,369	2,228	,000	1,000	27
Standard Error of Predicted Value	2633104,000	8590330,000	4018198,197	1225606,281	27
Adjusted Predicted Value	28037350,000000 000000000	135955952,000 000000000000	71338870,6202 72680000000	30515158,4553 94167000000	27
Residual	- 29603028,000000 000000000	17068836,0000 000000000000	,000000095753 758	12089342,1832 16002000000	27
Std. Residual	-2,353	1,357	,000	,961	27
Stud. Residual	-2,460	1,447	,017	1,012	27
Deleted Residual	- 32375874,000000 000000000	19416884,0000 000000000000	479926,465208 169540000	13440044,1934 85824000000	27
Stud. Deleted Residual	-2,785	1,482	-,002	1,073	27
Mahal. Distance	,176	11,155	1,926	2,150	27
Cook's Distance	,000	,189	,038	,052	27
Centered Leverage Value	,007	,429	,074	,083	27

a. Dependent Variable: Toplam

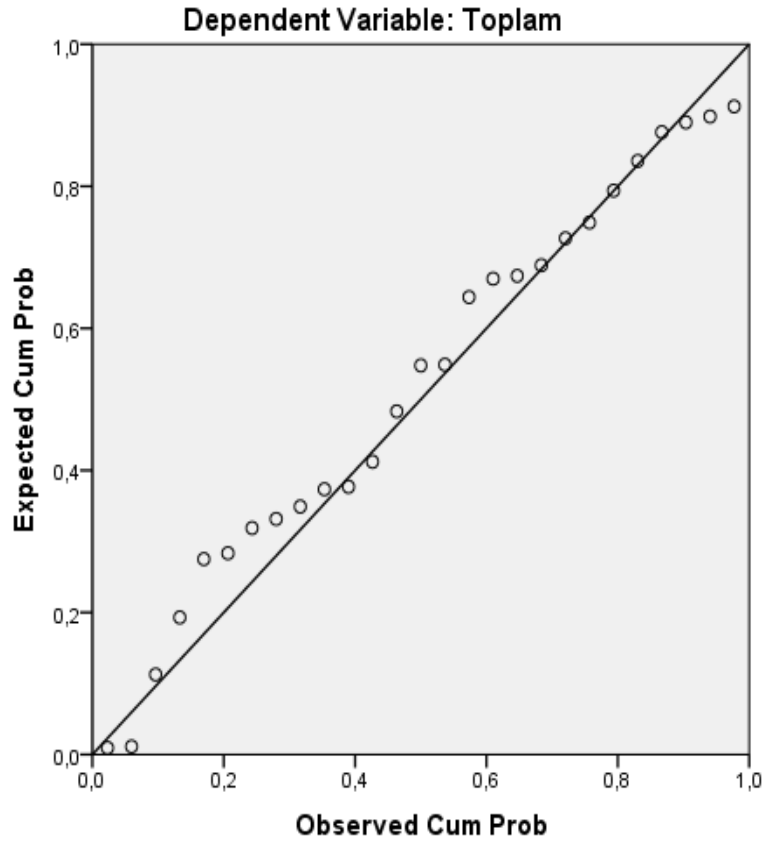
Yıllara göre su tüketiminin değişimi normal dağılım histogramı ve grafiği kullanılarak analiz edildi. Şekil 7 de de görüldüğü gibi yıllarla su tüketimi arasında normal bir dağılım olduğu belirlendi. Sisteme sıklık sınır değerleri olarak 0-8 aralığı tanıtıldı. Standart regresyon aralığı ise -3 ten +3 şeklinde belirlendi. Bu girdiler ve veriler doğrultusunda analizin standart sapması 0.961 olarak hesaplandı.



Şekil 7. Normal Dağılım Grafiği.

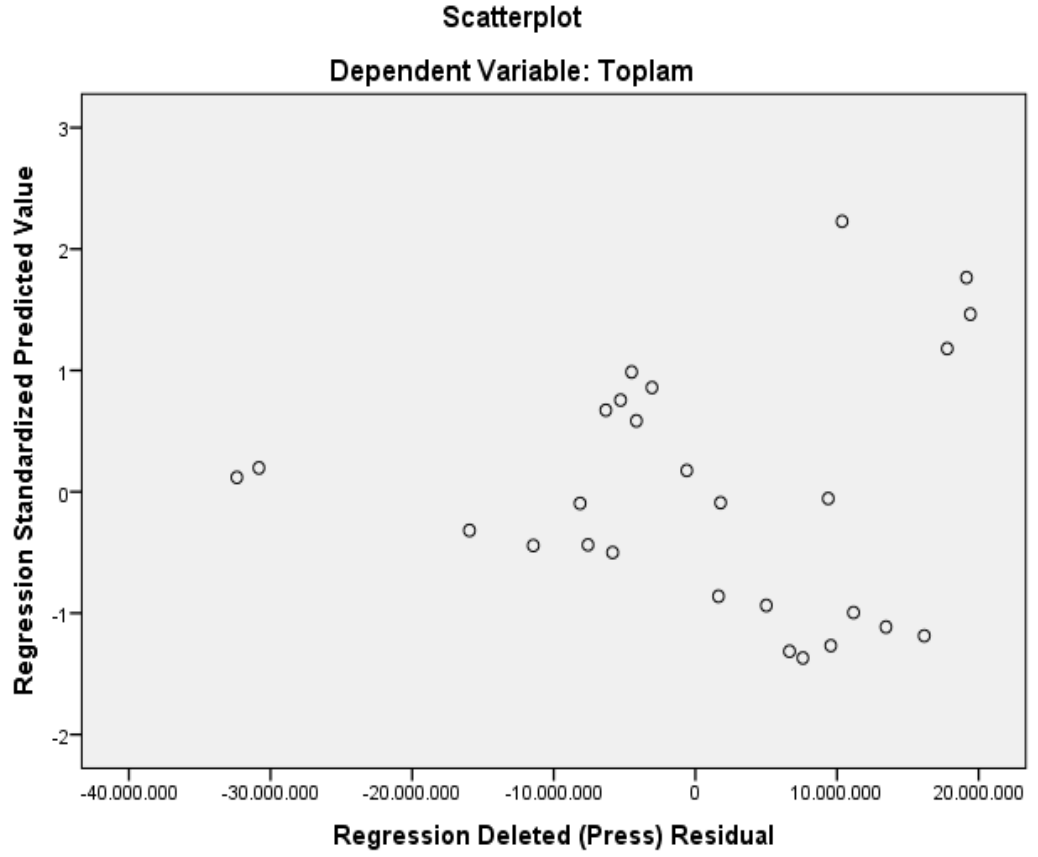
Yıl verileri bağımlı kabul edilip gözlemlenen ve tahmin edilen toplam olasılık değerleri kıyaslandı. Bu değerler istatistiki olarak 1:1 eğrisi etrafında sıralanarak anlaşılır bir sonuç ortaya koydu. Şekil 8 de Normal P-P standardize edilmiş regresyon eğrisi gösterilmektedir. Beklenen toplam olasılık gözlemlenen toplam olasılıkla istatistiki olarak lineer bir orantı ile ilişkilidir. Özellikle 0.75 ile 0.85 noktaları arasında hemen hemen aynı toplam olasılık değerleri elde edilmiştir. Toplam olasılık değerleri “1” den orijine yaklaştıkça veri dağılımında küçük dalgalanmalar gözlemlenmektedir.

Normal P-P Plot of Regression Standardized Residual



Şekil 8. Gözlemlenen-Tahmini Toplam Olasılık Eğrisi.

Su tüketimi verilerinin kısmi lineer regresyon analizi ile veriler arasındaki istatistiki ilişkiler gözlemlenmiştir. Bu gözlemlerin standardize edilmiş tahmini gözlemlere karşı eksiltilmiş regresyon karşılaştırılması yapıp Şekil 9 de sunulmuştur. Bu şekildeki veri noktalarının birbirinden ayrık olma sebebi bağımlı ve bağımsız değişken verilerinin sayısal değerinin birbirinden büyüklük olarak çok farklı olma durumu ile açıklanabilir. Eksen sınır değerleri genişletilerek veya daraltılarak veri dağılımı daha düzenli bir hale getirilip daha iyi istatistiki çıkarımlar elde edilebilir.



Şekil 9. Standardize Edilmiş Tahmini Regresyon Analizi.

Bu tarz grafikler ileriye dönük su tüketiminin modellenmesinde doğrudan bir rol oynamasa da eldeki verilerin istatistiki bir şekilde yorumlanması ve etkili matematiksel yaklaşımların geliştirilmesinde büyük önem taşımaktadır.

Bu kısımda su tüketiminin yıllara ve abonman sayısına göre değişimi SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Eldeki verilerin istatistiki olarak anlamlılığı ve birbirleri ile olan ilişkileri irdelenerek gelecekteki su tüketim miktarı matematiksel olarak basit bir şekilde modellenmiştir. Bu modelde lineer regresyon analizi sonucu elde edilen katsayılar kullanılmıştır. Aşağıdaki eşitlik empirik olarak su tüketiminin tahmininde kullanılabilir:

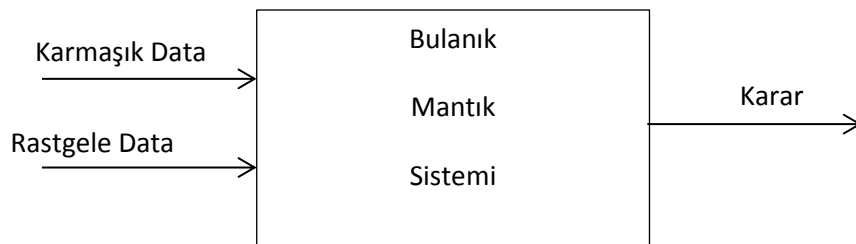
$$\text{Su Tüketim miktarı (m}^3\text{)} = 4358805042,860 + (\text{Abone Sayısı} \times 500,371) - (\text{Yıl} \times 2203288,083)$$

BÖLÜM 5

5.1 Matlab Bulanık Yapay Sinir Ağları Metodu

Matlab çok paradigmalı sayısal hesaplama yazılımı olarak geliştirilmiş birçok farklı bilimsel alanlarda kullanılan bir yazılım dilidir. Matlab matris ve diziliş matematiğini, genellenmiş programlama yapılarından farklı olarak ifade edebilme özelliğinden dolayı bilimsel çalışmalarda ve mühendistiki uygulamalarda sıklıkla tercih edilmektedir.

Bulanık yapay sinir ağları (BYSA) metodunun son dönemlerde farklı endüstriyel ve teknolojik alanlardaki kullanımı artan bir ivme ile devam etmektedir. Bulanık mantık ilk olarak 1960 lı yıllarda Lotfi Zade tarafından Matlab programlama diline entegre edilmiştir. BYSA belirsizlik içeren durumların çözümünde ve sorunların basite indirgenmesinde önemli bir tekniktir. BYSA bulanıklık teorisine göre ‘az’, ‘orta’ ve ‘çok’ gibi genel terimlerin belirsizlik içeren mekanizmaların çözümünde, sisteme tanıtılmış belli kurallar içinde kompleks matematiksel işlemlerin basite indirgenmesinde kullanılır. Bulanık sistem teorisi temelde diğer mühendistiki teoriler kadar basit ve uygulanabilir bir mantığa dayanmaktadır. Bu mantık, gerçek durumları olabildiğince gerçekçi bir biçimde simule etmeye çalışma prensibine dayanmaktadır. Şekil 8 deki akım şeması bulanık mantık ağı sisteminin işleyişini basitçe göstermektedir.

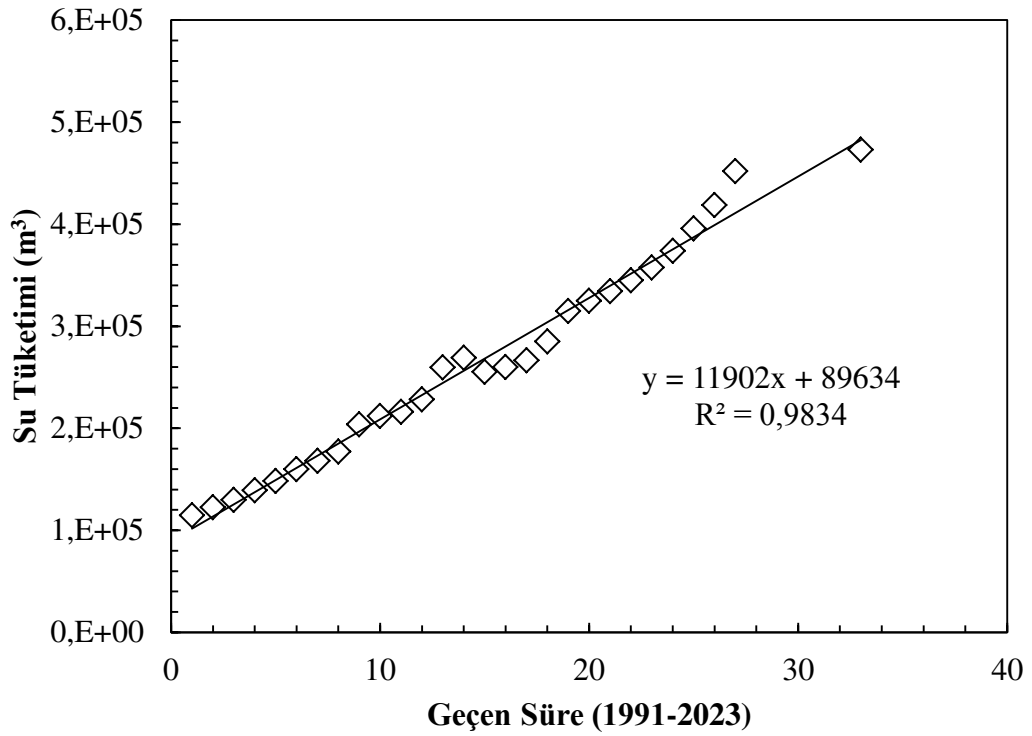


Şekil 10. Bulanık Mantık Sistem Diyagramı.

Yukarıdaki şekilden de görüldüğü gibi kuralları belirlenmiş, sınır değerleri tanıtılmış, kompleks matematiksel bir ifadenin basite indirgeyerek anlaşılabilir bir hale gelmesinin bulanık teori temelli, Matlab bulanık mantık ağı yöntemi ile çözümlenmesi mümkündür. Sisteme girilen kurallara bağlı olarak ve girdi verilerinin sayısından bağımsız olarak mantıklı bir karar alma mekanizması bu yöntemle geliştirilebilir.

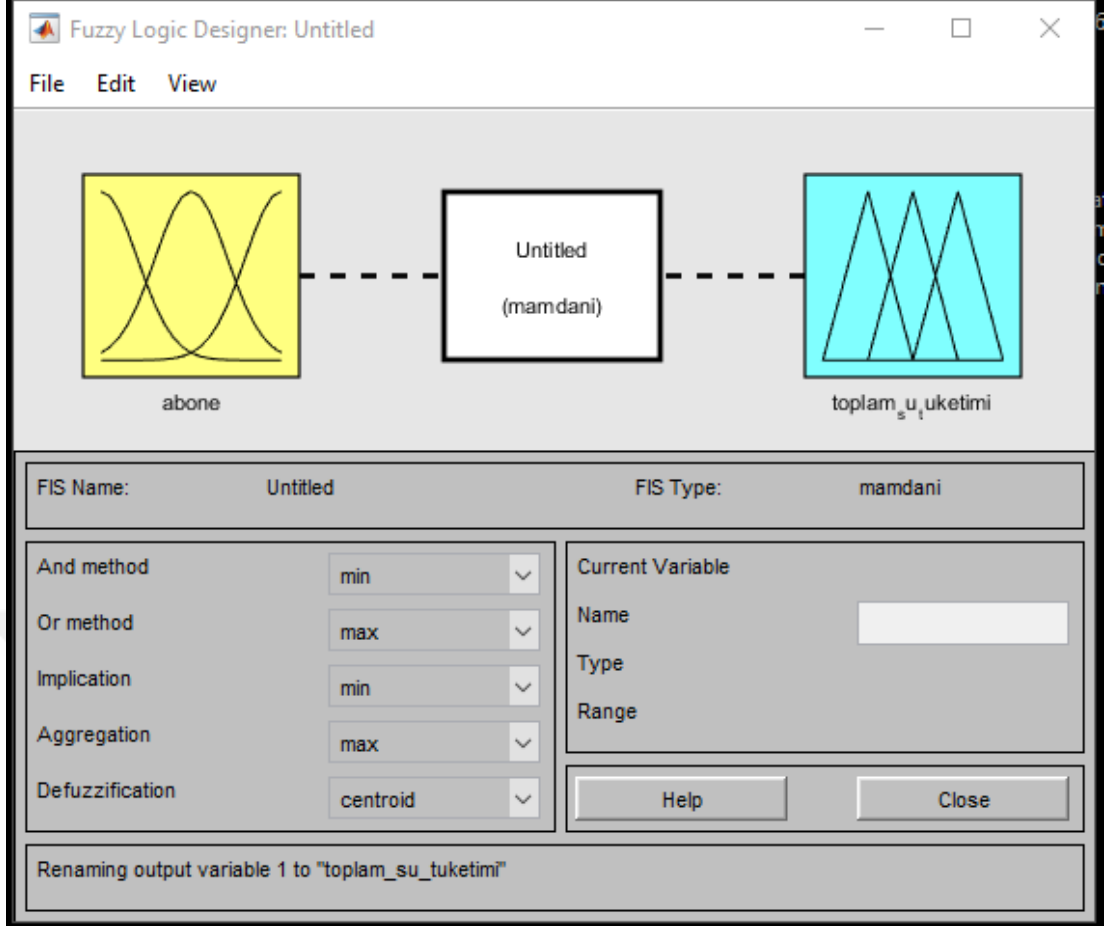
5.1.1 Matlab Bulanık Yapay Sinir Ağı Analizi

1991-2017 yılları verileri kullanılarak lineer regresyon yöntemi ile 2023 yılı Gaziantep ili abonman sayısı 472854 olarak tahmin edildi. Şekil 11, 1991-2023 yılları arasındaki su tüketimi değişimini göstermektedir.



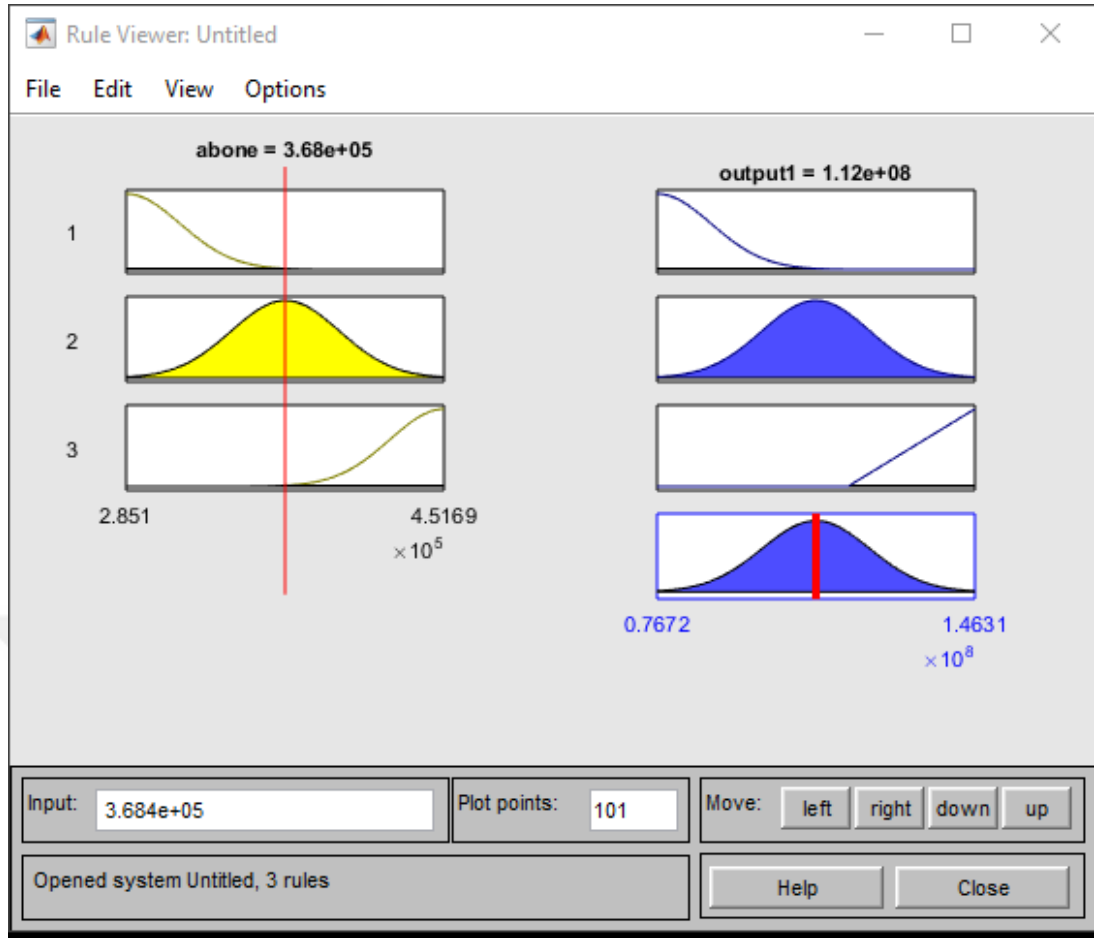
Şekil 11. 1991-2023 Yılları Toplam Su Tüketimi Değişimi.

BYSA metodunda tek ve çift giriş parametreleri kullanılarak iki farklı analiz gerçekleştirilmiştir. Tek girdili analizde sadece abonman sayısı kullanılarak ve gerekli kurallar belirlenerek analiz tamamlanmıştır.

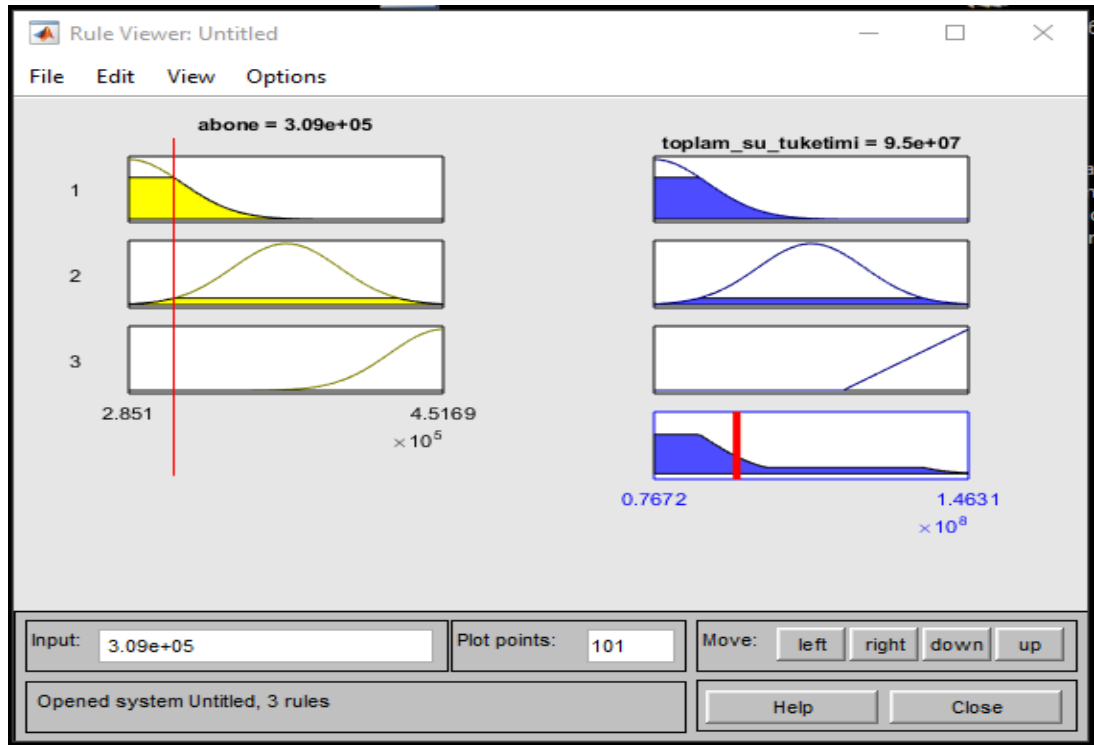


Şekil 12. Membership Function Editor (Tek Girdi).

Tek girdili analizde defuzzification değişkeni ‘centroid’ olarak seçildi. Buradan ‘membership function’ aralıkları belirlendi. ‘Current Membership Function’ parametrelerinden ‘Type’ olarak ‘gauss’ fonksiyonu tercih edildi (Şekil 12). Ayrıca diğer parametreler ve aralıklar belirlenerek standart sapmalar ayarlandı. Daha sonra, abonman sayısı baz alınarak sisteme üç adet kural tanıtıldı. Bu kurallar yardımı ile su tüketiminin ‘az’, ‘orta’ veya ‘fazla’ olma durumları belirlendi. ‘Ruler Viewer’ opsiyonu kullanılarak her bir membership function için üç farklı şekil elde edildi (Şekil 13). Her bir şekil farklı kurallarla alakalıdır. Başka bir deyişle, Şekil 12 deki her bir sarı grafik (1, 2, ve 3) bir kuralı temsil etmektedir. Mavi grafikler ise çıktı değerlerini ve parametrelerini temsil etmektedir. Şekildeki kırmızı çizgi defuzzification değerini göstermektedir. Bu değer değiştirilerek farklı grafik çözümlerde elde edilebilir. Input değeri 3.68×10^5 değerinden 3.09×10^5 değerine düşürüldüğünde Şekil 14 de görülen diyagramlar elde edilmiştir. Bu değişim sonucunda toplam su tüketimi 1.12×10^8 den 9.5×10^7 değerine düşmüştür.

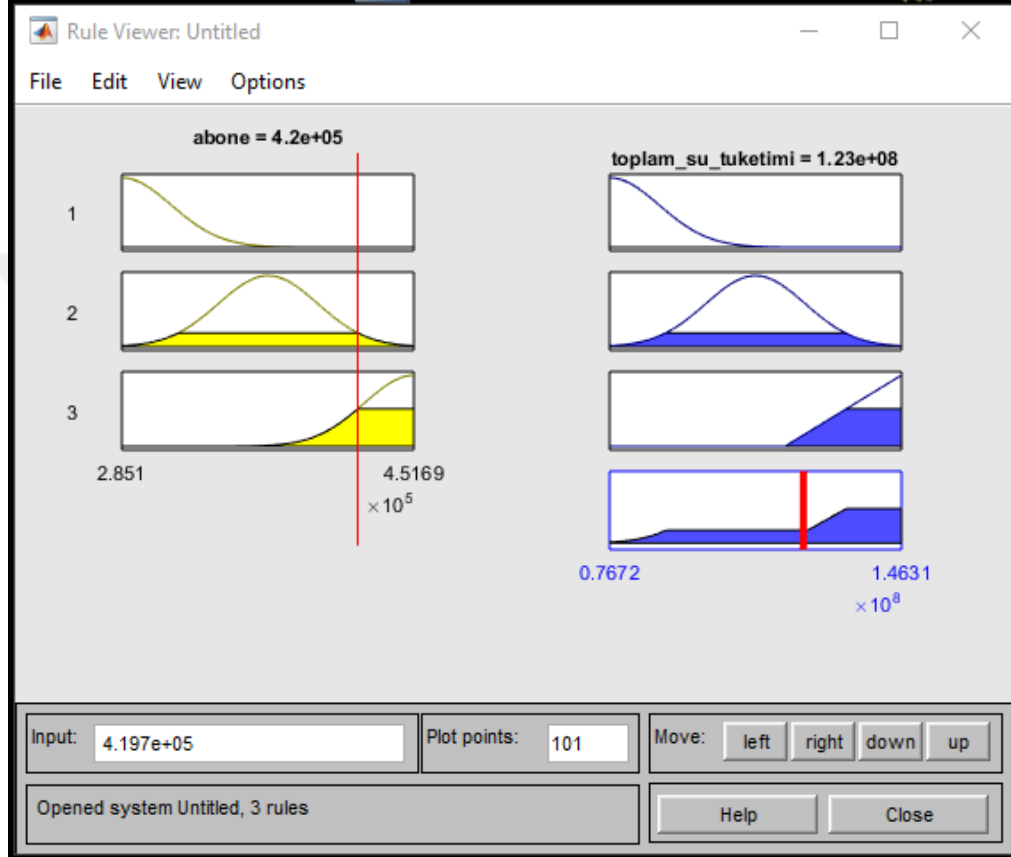


Şekil 13. Ruler Veiwew Diagramları (Input=3.68e+05).



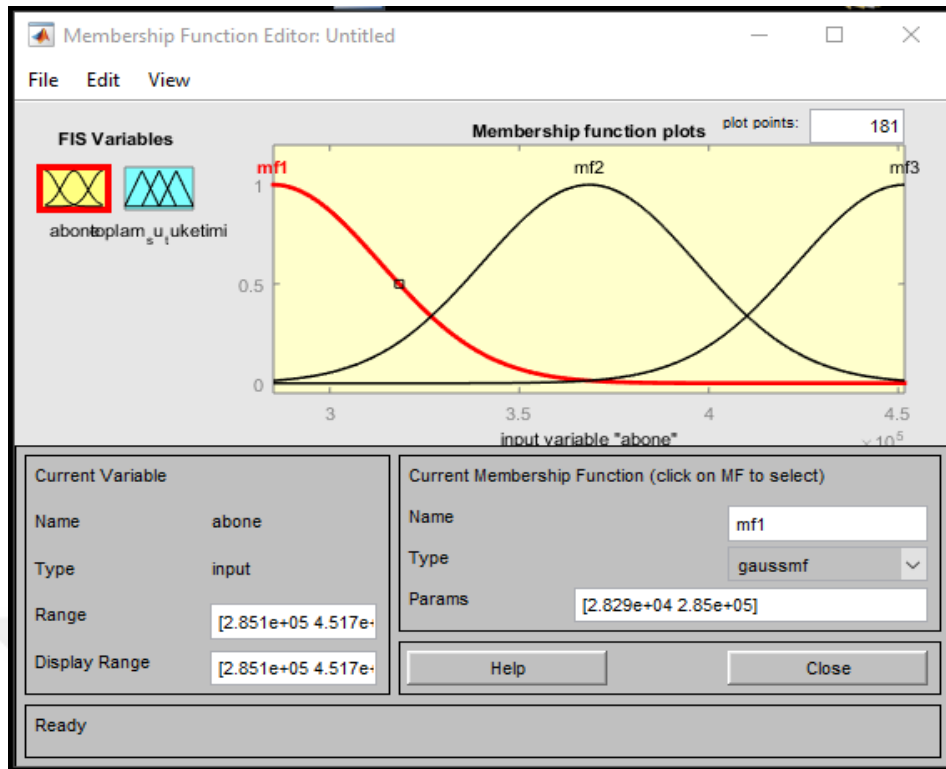
Şekil 14. Ruler Veiwew Diagramları (Input=3.09e+05).

Benzer şekilde ‘Input’ değeri arttırıldığı zaman tahmin edilen toplam su tüketimi de artmaktadır. Şekil 15 den görüldüğü üzere ‘Input’ değeri $3.09e+05$ den $4.19e+05$ ’e yükseltilerek toplam su tüketimi $1.23e+08$ olarak tahmin edilmiştir. Buradan elde edilen sonuç; ‘defuzzification’ değerinin artması abonman sayısı ve toplam su tüketiminde artışa neden olmaktadır. Benzer şekilde defuzzification değerinin azalması abonman sayısı ve toplam su tüketiminin azalmasını sağlamaktadır.

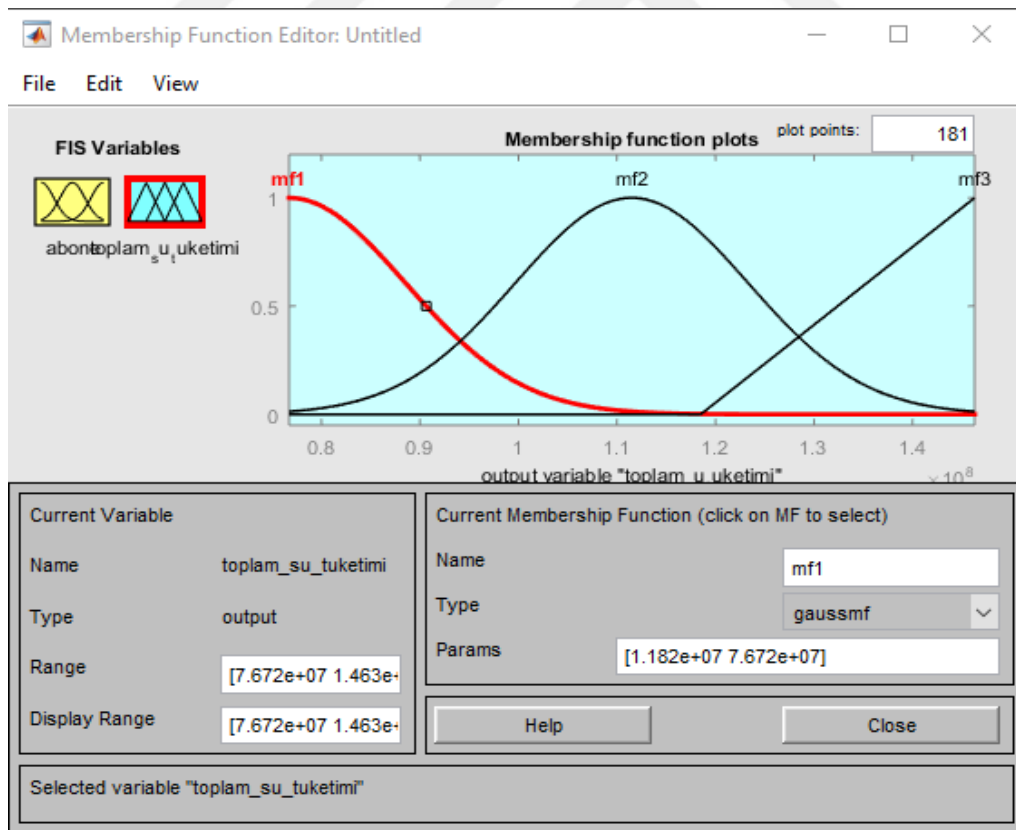


Şekil 15. Ruler Veiwer Diagramları (Input=4.19+05).

Tek girdili analizde “membership function” analizinin girdi ve çıktı değerlerinin grafiksel olarak değişimi ve fonksiyonların değişim trendleri Şekil 16 ve 17 de sunulmaktadır.

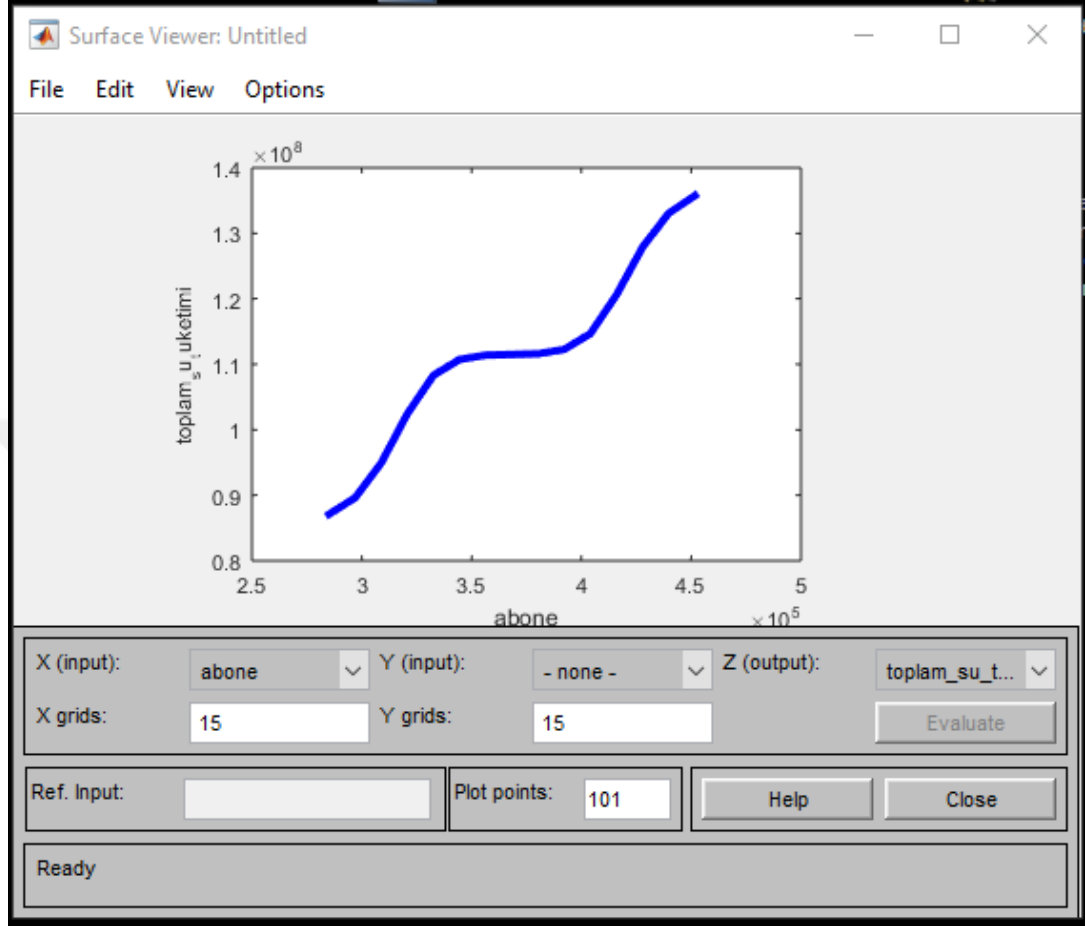


Şekil 16. Membership Function Editor for Input.



Şekil 17. Membership Function Editor for Output.

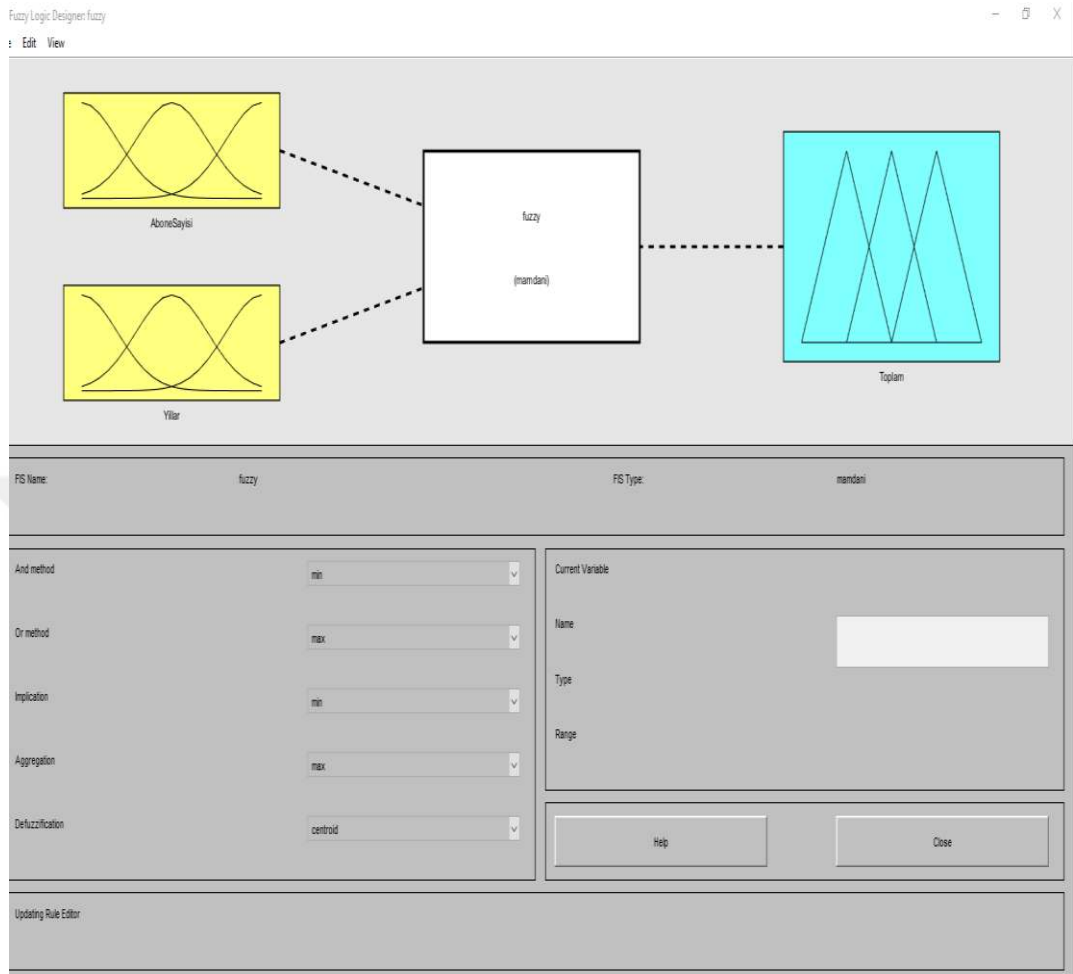
Analiz tamamlanıp, sonuçlar grafiğe aktarılarak yıllık su tüketiminin abonman sayısına bağlı olarak değişimi 2023 yılı için $1.4e+08$ olarak Şekil 18 de de görüldüğü gibi tahmin edilmiştir.



Şekil 18. Surface Viewer Grafiği (Tek Girdi).

BYSA yardımı ile 1991-2017 yılları arasındaki su tüketimi, abonman sayısı girdileri kullanılarak 2023 yılı yıllık su tüketimi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu analize ek olarak, abonman sayısı ve yıllar farklı iki değişken olarak sisteme tanıtılıp, yıllık su tüketimi tahmini tekrar hesaplanmıştır. Bu sayede BYSA yönteminde ‘Input’ sayısı değiştirilerek yapılacak tahminin gerçeğe yakınlığı irdelenmiştir. Çift girdili analizde ‘defuzzification’ değişkeni ‘centroid’ olarak seçildi. Buradan ‘membership function’ aralıkları belirlendi. ‘Current Membership Function’ parametrelerinden ‘Type’ olarak ‘gauss’ fonksiyonu tercih edildi. Ayrıca diğer parametreler ve aralıklar belirlenerek standart sapmalar ayarlandı (Şekil 19). Tek girdili analize benzer olarak, iki girdili analizde de abonman sayısı baz alınarak sisteme üç adet kural tanıtıldı. Bu kurallar yardımı ile su tüketiminin ‘az’, ‘orta’ veya ‘fazla’ olma durumları belirlendi.

‘Ruler Viewer’ opsiyonu kullanılarak her bir ‘membership function’ için üç farklı grafik elde edildi (Şekil 20).



Şekil 19. Membership Function Editor Çift Girdi.

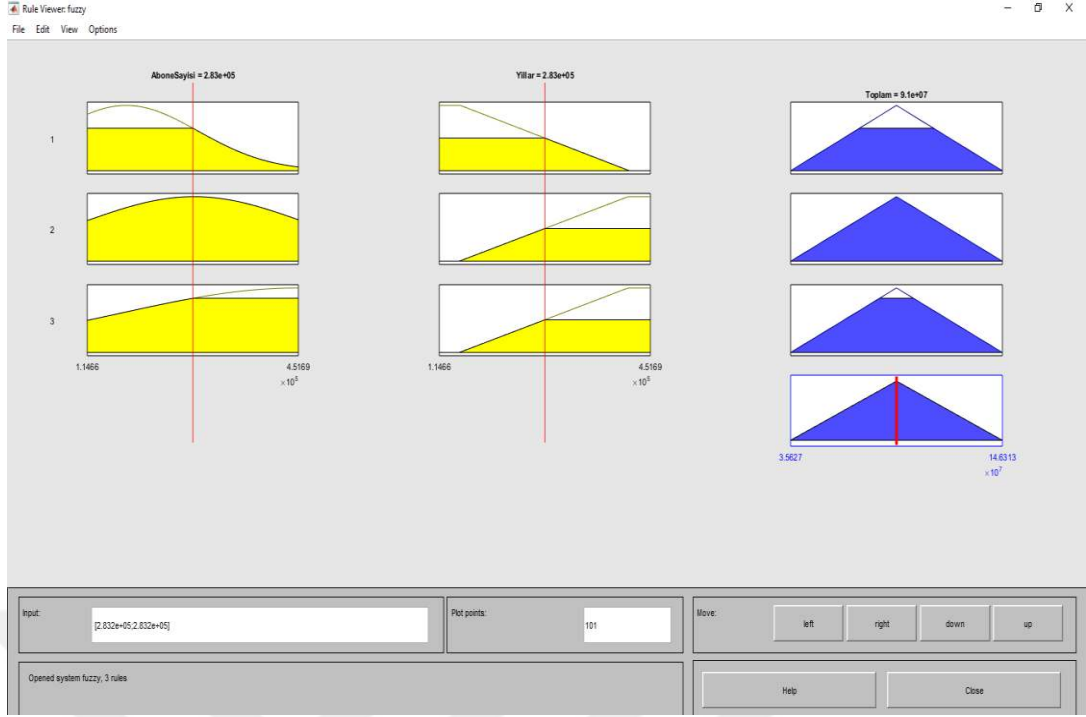
The screenshot displays a fuzzy inference system configuration window. At the top, three rules are listed in a text area:

1. (AboneSayisi==low) | (Yillar==old) => (Toplam=su_tuketimi) (1)
2. (AboneSayisi==moderate) | (Yillar==new) => (Toplam=su_tuketimi) (1)
3. (AboneSayisi==good) | (Yillar==new) => (Toplam=su_tuketimi) (1)

Below the rules, the interface is divided into three sections, each corresponding to a rule. Each section has an 'If' part, an 'or' part, and a 'Then' part. The 'If' and 'or' parts are currently empty. The 'Then' part contains a dropdown menu for the output variable 'Toplam is'. The dropdown menu is open, showing the following options: 'low', 'moderate', 'good', 'none', and 'su_tuketimi'. The 'su_tuketimi' option is selected. Below each dropdown menu, there is a checkbox labeled 'not', which is currently unchecked.

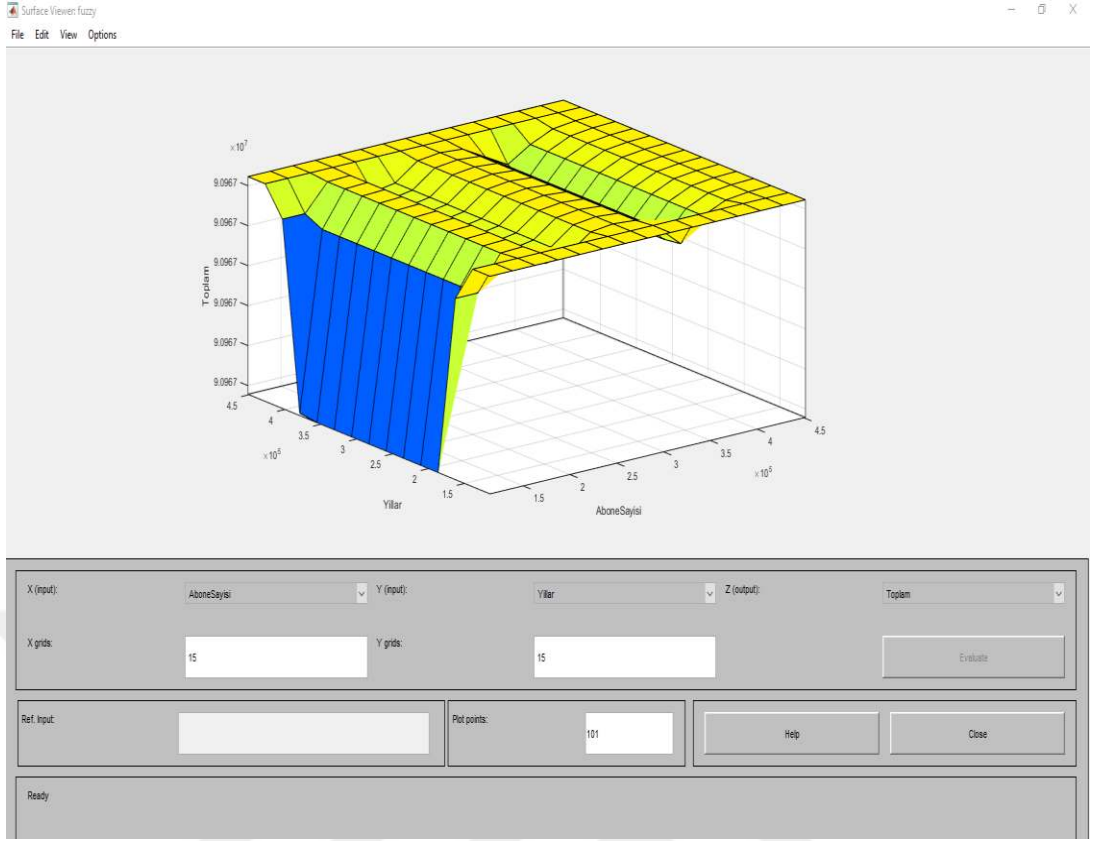
Şekil 20. Rules Çift Girdi Analiz.

İki girdili analizde üç farklı kural belirlenerek BYSA tamamlanmıştır, Şekil 21 deki her bir sarı grafik (1, 2, ve 3) farklı bir kuralı göstermektedir. Tek girdili analize benzer olarak, mavi grafikler ise çıktı değerlerini ve parametrelerini temsil etmektedir. Şekildeki kırmızı çizgi defuzzification değerini göstermektedir. Bu değer değiştirilerek farklı grafiki çözümlerde elde edilebilir. Abonman sayısı ve yıllar baz alınarak yapılan analiz neticesinde, sisteme tanıtılan zaman periyodu içerisinde 2023 yılı toplam su tüketimi $14.6e+08 \text{ m}^3$ olarak tahmin edilmiştir. Bu analiz belirtildiği üzere, sadece abonman sayısı ve geçen zamana dayalı hesaplanmıştır. Daha gerçekçi bir analiz ve tahmin için su tüketimine etki edecek diğer koşullar da hesaba eklenmelidir. Örneğin, su kaynaklarının durumu, yıllık yağış miktarı, su temin hatlarının durumu ve fiziksel verimi su tüketiminde dolaylı olarak rol oynamaktadır.



Şekil 21. Ruler Veiwer Diagramları (Input=2.83+05).

İki girdili BYSA analizi tamamlanıp ‘Surface View’ grafiğe aktarılarak yıllık su tüketiminin yıllara ve abonman sayısına bağlı olarak değişimi 2023 yılı için $9.09e+07 \text{ m}^3$ olarak Şekil 22 de de görüldüğü gibi tahmin edilmiştir. Bu analiz, tek girdili BYSA ile karşılaştırıldığında, iki girdili BYSA yoluyla tahmin edilen yıllık su tüketimi daha düşük hesaplanmıştır. Bunun sebebi, girdi sayısının artmasıyla gerçeğe daha yakın tahminler oluşturulması ile alakalı olabilir. SPSS paket programı kullanılarak yapılan analizde 2023 yılı toplam su tüketimi $1.4e+08 \text{ m}^3$ olarak tahmin edilmişti. SPSS analizi ve Matlab BYSA yaklaşımı tahminleri ihmal edilebilecek derecede yakınlık göstermektedir. İki yöntem arasındaki küçük farklılık ise, modellerin ve programların limitasyonları ile alakalı olabilir.



Şekil 22. Surface Viewer Grafiği (İki Girdi).

İki girdili analizin analiz akışı (flow) aşağıda görüldüğü gibidir. Tek girdili analiz için de sadece Input parametrelerinden birisi (örneğin, yıllar) akış içerisinde çıkarılarak sonuca ulaşılabilir.

```

--

[System]

Name='fuzzy1'

Type='mamdani'

Version=2.0

NumInputs=2

NumOutputs=1

NumRules=3

AndMethod='min'

OrMethod='max'

ImpMethod='min'

AggMethod='max'

DefuzzMethod='centroid'


[Input1]

Name='AboneSayisi'

Range=[114661 451685]

NumMFs=3

MF1='low': 'gaussmf', [114700 176930]

MF2='moderate': 'gaussmf', [176900 285089]

MF3='good': 'gaussmf', [285100 451685]


[Input2]

Name='Yillar'

Range=[114661 451685]

NumMFs=2

MF1='old': 'trapmf', [-188700 80960 148400 418000]

MF2='new': 'trapmf', [146616.931216931 416216.931216931
483616.931216931 753216.931216931]


[Output1]

```

Name='Toplam'

Range=[35626957 146312807]

NumMFs=1

MF1='su_tuketimi':'trimf',[35630000 90970000 146300000]

[Rules]

1 1, 1 (1) : 2

2 2, 1 (1) : 2

3 2, 1 (1) : 2



BÖLÜM 6

SONUÇLAR ve DEĞERLENDİRMELER

Su, insanların günlük hayatında önemli bir yer tutmaktadır. Suyun, günlük kullanım, tarımsal faaliyetler gibi birçok kullanım alanı vardır. Yaşamsal fonksiyonların devamı, endüstriyel üretim ve benzeri alanlarda, su, herhangi bir alternatifi bulunmayan en temel bileşenlerdendir. Su ulusal ve küresel bazda da büyük önem taşımaktadır. Kaynakların verimli ve dengeli bir biçimde kullanılması ülkeler için önemli bir politika haline gelmekte ve bu alanda önemli su kullanım modelleri gelişmektedir. Bu çalışmada Gaziantep ili 2023 yılı yıllık su tüketimi farklı paket programlar kullanılarak tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Gaziantep ili içme suyu ihtiyacı farklı yeraltı ve yüzey sularından karşılanmaktadır. Bu çalışmada su tüketiminin yıllara ve abonman sayısına göre değişimi SPSS paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Eldeki verilerin istatistiki olarak anlamlılığı ve birbirleri ile olan ilişkileri irdelenerek gelecekteki su tüketim miktarı matematiksel olarak basit bir şekilde modellenmiştir.

Ayrıca 1991-2017 yılları verileri kullanılarak lineer regresyon yöntemi ile 2023 yılı Gaziantep ili abonman sayısı 472854 olarak tahmin edildi. SPSS'in yanı sıra, Matlab paket programı ve bulanık yapay sinir ağları (BYSA) kullanılarak 2023 yılı yıllık su tüketimi tahmin edilmiştir. İki girdili BYSA analizi ile yıllık su tüketiminin yıllara ve abonman sayısına bağlı olarak değişimi 2023 yılı için 9.09×10^7 olarak tahmin edilmiştir. Bu analiz, tek girdili BYSA ile karşılaştırıldığında, iki girdili BYSA yoluyla tahmin edilen yıllık su tüketimi daha düşük hesaplanmıştır. Bunun sebebi, girdi sayısının artmasıyla gerçeğe daha yakın tahminler oluşturulması ile alakalı olabilir. 2023 yılı toplam su tüketimi SPSS paket programı ile 1.4×10^8 olarak tahmin edilmişti. SPSS analizi ve Matlab BYSA yaklaşımı tahminleri ihmal edilebilecek derecede yakınlık göstermektedir. İki yöntem arasındaki küçük farklılık ise, modellerin ve programların limitasyonları ile alakalı olabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Altunkaynak, A., Özger, M., Cakmakcı, M. (2005). Water Consumption Prediction of Istanbul City by Using Fuzzy Logic Approach. *Water Resources Management* **19**(5), 641-654.
- [2] Blokker, E. J. M., Vreeburg, J. H. G., van Dijk, J. C.(2010). Simulating Residential Water Demand with a Stochastic End-Use Model, *Journal of Water Resources Planing and Maanagement, ASCE*, **136**, 19–26.
- [3] Cahill, R., Lund, J. R., DeOreo, B., Medellín-Azuara, J.(2013). Household water use and conservation models using Monte Carlo techniques. *Hydrology and Earth System Science*, **17**, 3957–396.
- [4] Elliott, A. C., Woodward, W. A. (2007). Statistical analysis quick reference guidebook Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc. doi: 10.4135/9781412985949.
- [5] Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi (GASKİ) <http://gaski.gov.tr/> [13 Eylül 2018]
- [6] Gleick, P. (1994). Water and Energy. *Annual Review of Energy and the Environment*. **19**, 267-99.
- [7] Gumbo, B., Juizo, D., van der Zaag, P. (2003). Information is a prerequisite for water demand management: experiences from four cities in Southern Africa, *Physics and Chemistry of the Earth*, **28**, 827–837.
- [8] IBM Statistical Packet for the Social Science (SPSS) <https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software>
- [9] Kampragou, E., Lekkas, D. F., Assimacopoulos, D. (2011). Water demand management: implementation principles and indicative case studies, *Water and Environment Journal*, **25**, 466–476.
- [10] Mathworks, Matlab, R2018b
https://www.mathworks.com/products/matlab.html?s_tid=hp_products_matlab

- [11] Öztuna, D., Elhan, A. H., Tüccar, E. (2006). Investigation of Four Different Normality Tests in Terms of Type 1 Error Rate and Power under Different Distributions. *Turkish Journal of Medical Science*. **36 (3)**, 171-176.
- [12] Sauri, D. (2003), Lights and shadows of urban water demand management. The case of the metropolitan region of Barcelona, *European Planning Studies*, **11**, 229–243.
- [13] Şen, Z. (2002). Bulanık (fuzzy) mantık ve modelleme ilkeleri. *Bilge Sanat yayınları*, İstanbul.

