

Düşük SUVA Değerlikli Sular için Trihalometan Tahmin Modelinin Geliştirilmesi ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile En İyi Tahmin Modelinin Belirlenmesi

Cihan ÖZGÜR^{1*}, Gökhan CİVELEKOĞLU², Şehnaz Şule KAPLAN BEKAROĞLU³

¹ Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz Meslek Yüksekokulu, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta, Türkiye

² Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye

³ Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye

*¹ cihanozgur@isparta.edu.tr, ² gcivelekoğlu@akdeniz.edu.tr, ³ sulebekaroglu@sdu.edu.tr

(Geliş/Received: 26/07/2022;

Kabul/Accepted: 26/10/2022)

Öz: Bu çalışmanın temel amacı genotoksik, sitotoksik ve kanserojenik olduğu bilinen dezenfeksiyon yan ürünlerinden trihalometanların miktarının belirlenmesi için çoklu lineer regresyon analizi kullanılarak tahmin modelinin oluşturulması ve literatürde mevcut modelleme çalışmaları ile karşılaştırılarak en iyi tahmin modelinin belirlenmesidir. Tahmin modelinde kullanılan bağımsız değişkenler Isparta şebekesinde ölçülen serbest klor konsantrasyonu, UV₂₅₄ absorbansı, sıcaklık ve pH, bağımlı değişken ise trihalometan konsantrasyonudur. Çoklu lineer regresyon analizi neticesinde ölçülen trihalometan değerleri ile hesaplanan trihalometan değerleri arasındaki R²: 0,51; kök-ortalama-kare hata: 0,16 µg/L; ortalama mutlak yüzde hata: %3; hassasiyet analizi ise %51 oranla sıcaklık olarak bulunmuştur. Çalışma sonucu elde edilen tahmin modeli sonucu ile literatürdeki 10 farklı tahmin modelinin karşılaştırılması analitik hiyerarşi süreci aracılığıyla yapılmıştır. Analitik hiyerarşi sürecinde kullanılan kriterler: “Kısa Analiz Süresi”, “Düşük Maliyet”, “Az Analitik Cihaz Gereksinimi”, “Az Parametre Sayısı” ve “Yüksek R²” şeklinde belirlenmiştir. Analitik hiyerarşi sürecine göre en önemli kriter “Kısa Analiz Süresi (0.40/1)” olarak tespit edilmiştir. Analitik hiyerarşi prosesinin alternatifleri ise literatürden seçilmiş 10 model çalışması ve bu makaleden elde edilen model çalışmasının sonuçlarıdır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre alternatif modeller arasından A4 (0.20/1) numaralı model kısa zamanda, az analitik cihaz kullanarak, en yüksek verim elde edilebilecek model olarak tercih edilebilir.

Anahtar kelimeler: Analitik hiyerarşi prosesi, çoklu lineer regresyon, super decision, tahmin modeli, trihalometan

Developing a Trihalomethane Prediction Model for Low SUVA Waters and Determining the Best Prediction Model by Analytical Hierarchy Method

Abstract: Trihalomethanes are known to be genotoxic, cytotoxic, and carcinogenic disinfection by-products. The research is based on the development of a prediction model employing multiple linear regression analysis of trihalomethanes and comparison with other modeling studies. The independent variables used in the estimation model are free chlorine, UV₂₅₄ absorbance, temperature and pH, and the dependent variable is trihalomethane concentration. R² between the measured trihalomethane values and the calculated trihalomethane values as a result of multiple linear regression analysis: 0.51, root-mean-square error: 0.16 µg/L, mean absolute percent error: 3% sensitivity analysis was found to be temperature with a rate of 51%. The prediction model results of our study are compared with 10 different prediction models in the literature through the analytical hierarchy process. Criteria used in the analytical hierarchy processes are: “Short Analysis Time”, “Low Cost”, “Low Instrumental Equipment Requirement”, “Low Parameter Count” and “High R²”. According to the analytical hierarchy process, the most important criterion was determined as “Short Analysis Time (0.40/1)”. Alternatives to the analytical hierarchy process are the results of 11 scientifically accepted model studies. In light of this study's findings, the model numbered A4 (0.20/1) among the alternative models can be preferred as the model with the highest efficiency by using fewer instrumental devices in a short time.

Key words: Analytical hierarchy process, multiple linear regression, super decision, prediction model, trihalomethane

1. Giriş

Kolera, tifo ve dizanteri gibi su kaynaklı hastalıkları önlemek amacıyla kimyasal dezenfeksiyon prosesi kullanılmaktadır [1-3]. Dezenfeksiyon içme suyu arıtımının tamamlayıcı bileşenidir [1, 4]. Ancak dezenfeksiyon prosesinde suyun mikrobiyolojik kalitesi iyileştirilirken, klor gibi dezenfektanlar doğal organik maddelerle (DOM) reaksiyona girerek sularda dezenfeksiyon yan ürünlerini (DYÜ) oluşturmaktadır [5-6]. Muhtemel kanserojen ve

* Sorumlu yazar: cihanozgur@isparta.edu.tr. Yazarların ORCID Numarası: ¹ 0000-0001-6085-1585, ² 0000-0001-5508-1918, ³ 0000-0003-0917-7219

mutajenik olmalarının tespit edilmesinden bugüne, içme suyu temininde ve artırımında, DYÜ konusunda araştırmalara hız verilmiştir [6-8].

Dünya genelinde 11 DYÜ türü (4 trihalometan (THM), 5 haloasetik asit (HAA), bromat, klorit) mevzuatlara girmiştir [7]. DYÜ'lerin kontrolü için Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Teşkilatı (USEPA) tarafından 1998 yılı Aralık ayında iki aşamalı Dezenfektan/Dezenfeksiyon Yan Ürünleri (D/DYÜ) mevzuatı yürürlüğe konulmuştur [9]. Birinci aşamada, içme suyu şebekesinde farklı noktalarda ölçülen değerlerin ortalaması, toplam THM (kloroform (CF), bromodiklorometan (BDCM), klorodibromometan (CDBM), bromoform (BF)) için 80 µg/L ve toplam HAA için (kloroasetik asit (CAA), dikloroasetik asit (DCAA), trikloroasetik asit (TCAA), bromoasetik asit (BAA), dibromoasetik asit (DBAA)) 60 µg/L olarak belirlenmiştir. 2006 yılının Ocak ayında yayınlanan ikinci aşamada ise THM ve HAA için belirlenen üst limitler değiştirilmemiş ancak belirlenen bu limitlerin şebekedeki her bir numune alma noktasında THM ve HAA için sırasıyla 80 ve 60 µg/L'den düşük olması gerektiği öngörülmüştür [10-11]. Ayrıca, USEPA tarafından gelecekteki yürürlüğe girmesi muhtemel mevzuatlar için tür bazında DYÜ'ler için yeni limit değerler belirlenmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından içme suyunda THM, HAA, HAN, klorür, kloralhidrat (CH), formaldehit ve siyanojen klorür için yönetmelikler yayınlanmıştır. Haloasetonitril (HAN) grubundan dikloroasetonitril (DCAN) için 70 µg/L ve dibromoasetonitril (DBAN) için 20 µg/L geçici sınır değeri getirmiştir [12]. Bununla birlikte, içme suyu dağıtım sistemindeki toplam THM konsantrasyonu, Avrupa Birliği'nde 100 µg/L'lik bir sınır değerine tabidir [13]. DYÜ'lerin çoklu lineer regresyon analizi yoluyla tahmini, DYÜ analizleri için birçok kimyasal ve gelişmiş analitik cihazlara gereksinim duyulmasının yanı sıra aynı zamanda uzun analiz süreleri gereksinimi neticesinde ortaya çıkmıştır. THM analizinin dezavantajlarından dolayı DYÜ modelleme araştırmaları önem kazanmaktadır. Bugüne kadar birçok farklı DYÜ türleri için modelleme senaryoları gerçekleştirilmiştir [14-20]. Bu model senaryolarının tamamında bir su kaynağından alınan numunelerde suyun fiziko-kimyasal özellikleri ile THM oluşumu arasında bir korelasyon elde edilmiştir. Bu korelasyon neticesinde de THM konsantrasyonu tahminleri yapılmıştır. Bu çalışmanın ilk kısmı da diğer modelleme çalışmalarına benzer şekilde çoklu lineer regresyon tahmin modelleri kullanılarak THM tahmin amacı gütmektedir. Diğer çalışmalardan temel farkı, özellikle düşük SUVA'lı sular için THM oluşumunun modellenmesidir. Ayrıca mevcut tahmin modelleri ile kıyaslanarak analitik hiyerarşi süreci kuramlarına göre bir sıralama yapılarak en iyi modelin belirlenmesi ilk defa bu çalışma kapsamında yapılmıştır. Çoklu lineer regresyon tahmin modelleri de karar verme aracı olarak kullanılmada iyi birer araçtır [7].

X ve Y veri kümeleri arasındaki bağlantıyı açıklamak için çoklu lineer regresyon analizi adı verilen istatistiksel bir teknik kullanılır. Benzer matematiksel teknikler, birçok bağımsız değişken (X_1, \dots, X_n) ve tek bir bağımsız değişken (Y) arasında doğrusal bağlantıyı kurmak için çoklu lineer regresyon analizinde de kullanılabilir. Denklem 1, çoklu lineer regresyon analizi için genel matematiksel denklemi göstermektedir.

$$y = m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3 + \dots + m_nx_n + b \quad (1)$$

Çoklu doğrusal regresyon denklemindeki her bağımsız değişken (X_i), bağımlı değişken (Y) ile belirli bir doğrusal korelasyona sahiptir. Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki bağlantı, regresyon denklemlerinde değişkenlerin katsayılarının (x_1, \dots, x_n) pozitif ve negatif değerleri ile ifade edilir. Çoklu doğrusal regresyon tahmin modeli için denklemdaki herhangi bir değişkenin katsayısı negatifse, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında negatif bir bağlantı belirtilebilir. Değişkenler, güç fonksiyonları olarak ve bu denklemleri daha mekanik olarak türetmek için logaritmik dönüşümle yazılmalıdır. Bu durumda, Denklem 1 yerine Denklem 2 ifadesi kullanılmalıdır:

$$y = X_1^{m1} \times X_2^{m2} \times X_3^{m3} \times \dots \times X_n^{mn} \times e^b \quad (2)$$

Yukarıdaki eşitliğin elde edilebilmesi için ilk olarak bağımsız değişkenlerin logaritmik değerleri alınmalıdır. Daha sonra değişkenlere ait katsayılar üstel olarak ifade edilmekte ve değişkenler birbirleri ile çarpılmaktadır. THM konsantrasyonu tahmin modellerinin kıyaslanmasına yönelik en iyi tahmin modelinin çeşitli kriterlere göre seçilmesinin amaçlandığı bu çalışmada, çok kriterli karar verme metodlarından yararlanılarak yenilikçi bir değerlendirme araştırması yürütülmüştür. En iyi tahmin modelinin seçilmesinde yalnızca determinasyon katsayısının (R^2) değerlendirilmesi karar vermeyi güçleştirmektedir. Bu çalışma kapsamında kısa analiz süresi, düşük maliyet, az analitik cihaz gereksinimi, az parametre sayısı, yüksek determinasyon katsayısı (R^2) gibi değişken kriterler de göz önüne alınmaktadır. Birden fazla kriterin olduğu durumlarda çok kriterli karar verme metodları oldukça faydalı ve karşılaştırılabilir sonuçlar türetebilmektedir [21]. Çok kriterli karar verme metodlarını, kalıcı organiklerin artırımında kullanılan ozonlama, membran filtrasyon ve aktif karbon gibi metodların maliyet analizlerinin sıralanmasında kullanılan modelleme senaryoları literatürde mevcuttur [22]. Güncel bir araştırmada yapılarına göre farklı 78 mikrokirleticinin ters ozmos membran prosesleri ile gideriminde çok kriterli karar verme

yöntemleri kullanılarak mikrokirleticileri eleme yoluna gidilmiştir [23]. İleri içme suyu arıtımında öncelikli kirleticilerin değerlendirilmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerine de başvurulmuştur [24]. Literatürde THM tahmini için birçok makale mevcuttur ancak bu modellerin karşılaştırılması ile ilgili bir bilimsel yayına rastlanmamıştır. Araştırmamızın ana amacı en kısa sürede, en düşük maliyet ile en yüksek doğruluğu olan modellerin belirlenebilmesidir. Çalışmada her bir kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi uygulanmıştır. Böylelikle kriterlerin önemi değiştiğinde uygun alternatifin sıralaması da değişecektir. Tüm kriterlere göre ağırlıklandırılan alternatiflerin sıralaması araştırma sonunda belirlenmiş ve her bir kriter için hassasiyet analizi gerçekleştirilmiştir. Tanımlanan beş değerlendirme kriteri analitik hiyerarşi sürecinin (AHS) ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırma aşamasında literatürdeki kabul görmüş veri setlerinden ve içme suyu arıtımı ve modellemesi çalışmaları gerçekleştiren bilim insanlarının görüşlerinden yararlanılmıştır. Araştırmanın sınırlarını netleştirmek için literatürden elde edilen modellerde ilk eleme prosedürü uygulanmıştır. Eleme yönteminde hedef çalışma amacı doğrultusunda maliyet oluşturan unsurları ortadan kaldırmaktır. Bu nedenle girdilerinde beşten fazla su analizi parametresi ve ikiden fazla analitik cihazın kullanıldığı model kurguları kapsam dışı bırakılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Su Analizleri

Su numunelerinin pH'ı, VWR marka pH metre kullanılarak (Standart Yöntem 4500-H⁺) [25] ölçülmüştür. Numunelerin iletkenliği Standart Metot 2510'a göre iletkenlik ölçer (VWR marka) kullanılarak analiz edilmiştir. Sıcaklık değerleri, sıcaklık probu (VWR marka) ile Standart Yöntem 2510'a göre ölçülmüştür. Isparta şebekesindeki tüm noktalarda serbest ve toplam klor analizinin anlık ölçümü HACH/Pocket Colorimeter II kullanılarak gerçekleştirilmiştir. UV-visible spektrofotometre (UV-1700, Shimadzu) kullanarak UV₂₅₄ absorbansı tespit edilmiştir. Tüm analizler üç tekrarlı yapıldıktan sonra ortalama değerler hesaplanmıştır.

THM analizinde, USEPA 551.1 sıvı-sıvı ekstraksiyonu ile önderiştirilen numuneler gaz kromatografisi cihazı ile analiz edilmiştir [26-27]. Ekstraksiyon için 20 ml klorsuzlaştırılmış su numunesi 40 ml politetrafloroetilen (PTFE) kapaklı cam şişelere aktarılmıştır. 8 ml %99,8 HPLC saflıktaki metil tert-bütül eter (MtBE) organik çözücü fazı olarak hızla ilave edilmiştir. Daha sonra sulu fazdaki iyonik gücü arttırmak ve THM'leri kolayca ayırmak ve MtBE'nin sudaki çözünürlüğünü azaltmak için 8,5 g sodyum sülfat (Na₂SO₄) ilave edilmiştir. Ekstraksiyon şişesi kapatıldıktan sonra yatay olarak 300 rpm'de 15 dakika karıştırılmıştır. 15 dakika karıştırdıktan sonra, fazları ayırmak için 15 dakika beklenmiş ve 2 ml MtBE fazı bir cam pipet kullanarak gaz kromatografisi (GC) şişesine aktarılmıştır. Numuneler ve standartlar aynı yönteme (USEPA 551.1) göre hazırlandıktan sonra bir elektron yakalama detektörü (ECD) ve Agilent ChemStation yazılımı ile donatılmış bir Agilent 6890 GC ile analiz edilmiştir. Çalışmada kullanılan analitik yöntemler Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Analitik Yöntemler

Parametre	Birim	Ölçüm yöntemi	Ekipman	Minimum ölçüm limiti
pH	---	SM 4500 H+	WTW Multi 340i/Set	
İletkenlik	µS/cm	SM 2510B	WTW Multi 340i/Set	
Sıcaklık	°C	SM 2550	WTW Multi 340i/Set	
Serbest klor, toplam klor	mg/L	Colorimeter /DPD	Pocket Colorimeter™ II	0,1
Toplam organik karbon	mg/L	SM* 5310B	TOC-L CPH Shimadzu	0,1
UV absorbansı	cm ⁻¹	SM 5910	Shimadzu	±0,005
SUVA	L/mg.m	Hesaplama	---	
THM	µg/L	USEPA 551.1	Agilent 6890 GC+ECD	

2.2. Çoklu Regresyon Analizi

Microsoft tabanlı Excel uygulamasındaki regresyon analizi özelliği kullanılarak çoklu regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Çoklu regresyon analizinde serbest klor konsantrasyonu, UV₂₅₄ absorbanı, sıcaklık ve pH parametreleri bağımsız değişkenler olarak seçilmiş ve THM konsantrasyonu tahmin edilmeye çalışılmıştır. İstatistiksel analiz matrisi tek set olarak kurgulanmış olup, toplam 60 ardışık veri içermektedir. Çoklu regresyon analizinin değerlendirilebilmesi için R² (regresyon katsayısı) ve α (anlamlılık) istatistik parametreleri göz önüne alınmıştır. Denklem 3'teki eşitliğin elde edilmesi için ilk olarak bağımsız değişkenlerin doğal logaritmik dönüşümleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra çoklu regresyon analizi sonucu elde edilen değişkenlere ait katsayılar üstel olarak ifade edilmiş ve değişkenler denklemde çarpım durumuna getirilmiştir. Ayrıca ölçülen hedef değişkene ait değer ile çoklu regresyon analizi modeli sonucu elde edilen değer arasındaki hata miktarı ortalama karesel hata kökü (root mean square error – RMSE) ile istatistiksel olarak hesaplanmıştır (Denklem 4). Ortalama mutlak yüzde hata (mean absolute percentage error – MAPE) yöntemi ile ölçülen ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişkinin tanımlanması tespit edilmiştir (Denklem 5). RMSE metodunun seçilmesinin nedeni, hata miktarının parametrenin birimi cinsinden (bu çalışmada µg/L) belirlenebilmesidir [28]. Ayrıca THM modeli çıktılarını hassasiyet analizi ile de yorumlanmıştır. Hassasiyet analizleri model parametrelerinin tanımlanması ve hangi parametrenin model içerisinde daha etkili olduğunun belirlenmesi aşamasında kullanılmıştır.

$$Y = (X_1)^{m_1} \times (X_2)^{m_2} \times \dots \times (X_n)^{m_n} \quad (3)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_1^N (x_i - y_i)^2}{N}} \quad (4)$$

$$MAPE (\%) = \frac{1}{N} \times \left\{ \sum_1^N \left| \frac{x_i - y_i}{x_i} \right| \right\} \times 10 \quad (5)$$

2.3. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)

AHS, hiyerarşik bir sistem içinde birden çok kriterlere dayalı subjektif bir karar verme sürecidir [29]. AHS yöntemi üç temel ilkedden oluşmaktadır. Birincisi modelin yapısı, ikincisi kriterlerin ve alternatiflerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ve sonuncusu ise önceliklerin belirlenmesidir [30]. Bir dizi n kriteri göreceli önem ağırlıklarına göre ikili olarak karşılaştırmak için ikili karşılaştırma matrisi kullanılır ve temsili gösterimi Denklem 6'da gösterilmektedir. Kısa analiz süresi (K1), düşük maliyet (K2), az analitik cihaz gereksinimi (K3), az parametre sayısı (K4), yüksek determinasyon katsayısı (R²) (K5) kriterleri ikili karşılaştırma matrisi kullanılarak her bir kriterin bir diğer kriter ile karşılaştırılması ve ağırlıklandırılması yapılmıştır.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nj} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}, a_{ij} = 1, a_{ij} = 1/a_{ji}, a_{ji} \neq 0 \quad (6)$$

Burada ölçütler a₁, a₂, ..., a_n ile gösterilir. İki kriterin göreceli önemi 1 ile 9 arasında değişen bir ölçek kullanılarak belirlenmiştir. Bu durumda 1 puan “düşük önemli” ve 9 puan “kesinlikle daha önemli” anlamına gelmektedir. Karşılaştırmalı ağırlıklar, A_w = λ_{max} w'yi sağlayan ilgili λ_{max} ile w özvektörünün bulunmasıyla türetilir; burada λ_{max}, A matrisinin en büyük öz değeridir. Burada, -A - λ_{max} w = 0 koşulu için ilgili λ_{max} ile özvektör w bulunur. Özel algının tutarlılığını ve karşılaştırmalı ağırlıkların doğruluğunu sağlamak için tutarlılık indeksi (T.I.) ve tutarlılık oranı (T.O.) hesaplanır [29].

$$TI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad (7)$$

Burada n kriter sayısıdır. Tutarlılık oranı (TO) şu şekilde hesaplanabilir:

$$TO = TI/RI \quad (8)$$

R.I., farklı boyutlu matrisler için belirlenir ve değeri 5 × 5 matris için 1,12'dir. Güvenilir bir sonuç için TO değeri 0,1'in altında olmalıdır.

AHS, Microsoft tabanlı Excel programı üzerinden yapılabileceği gibi AHS'yi uygulamak amacıyla geliştirilen yazılımlar da mevcuttur. Super Decision yazılımı AHS'yi uygulamak için geliştirilen ve geniş kullanım alanı olan bir yazılımdır. Super Decision yazılımına kriterler ve alternatifler tanıtılarak çok kısa sürede sonuç almak mümkündür. Super Decision yazılımının ilk aşaması Şekil 3'te, kriterlerin kıyaslandığı aşama Şekil 4'te gösterilmektedir. Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesi ise Ek A – Ek B – Ek C – Ek D – Ek E'de gösterilmektedir. Super Decision formül yazma gereksinimi ortadan kaldırdığı ve kontrol adımlarını algoritmalar ile tamamladığı için sadece istatistiksel olarak anlamlı sonuçları göstermektedir. Bu durum AHS sıralamalarının daha kısa sürede yorumlanabilmesine neden olmaktadır.

3. Bulgular

3.1. Su Analizleri Sonuçları

Isparta şebekesi serbest klor konsantrasyonu, UV_{254} absorbansı, sıcaklık, pH ve THM konsantrasyonu sonuçlarının logaritmik dönüşümleri Tablo 2'de verilmiştir. [31]. Isparta şebekesinde 2016-2017 yılları aralığında 12 ay boyunca alınan su numunelerinin ortalama SUVA değerleri <2 L/mg.m olarak hesaplandığı için düşük SUVA değerli sular olarak kabul edilmektedir. Isparta şebekesinde akış boyunca hesaplanan ortalama SUVA değerleri Isparta numune alma noktaları için sırasıyla 1,28 L/mg.m; 1,21 L/mg.m; 1,15 L/mg.m; 1,15 L/mg.m; 1,25 L/mg.m olarak hesaplanmıştır. Farklı mevsimlerde hesaplanan ortalama SUVA değerleri ise ilkbahar mevsiminde 0,99 L/mg.m, yaz mevsiminde 1,15 L/mg.m, sonbahar mevsiminde 1,05 L/mg.m, kış mevsiminde 1,63 L/mg.m olarak hesaplanmıştır. SUVA hesabı UV_{254} absorbansının TOK konsantrasyonuna bölünmesiyle elde edilebilmektedir. Isparta şebekesinde ölçülen ortalama TOK konsantrasyonları sırasıyla Isparta numune alma noktaları için sırasıyla 2,25-2,25-2,13-2,11-2,18 mg/L olarak ölçülmüştür. Mevsimsel olarak bakıldığında, ortalama TOK konsantrasyonu sonbahar mevsiminde 2,73 mg/L ile en yüksek değere ulaşmıştır. En düşük ortalama TOK konsantrasyonu ise kış mevsiminde 1,88 mg/L, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ise ortalama TOK konsantrasyonları 2,08-2,04 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Tablo 2. Isparta şebekesi su kalite sonuçları

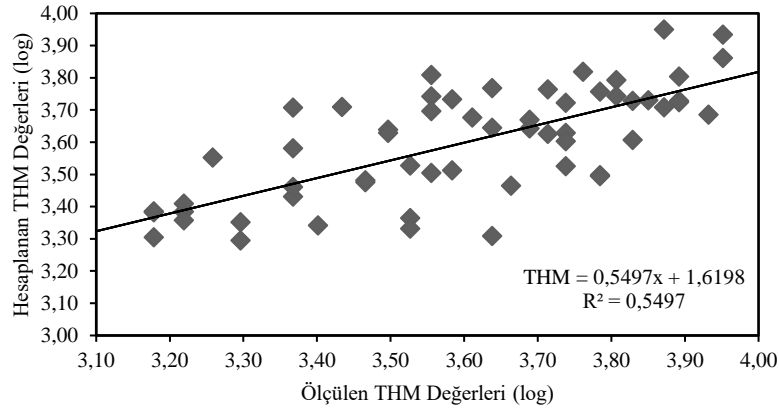
		Serbest Klor (mg/L) (ln)	UV (cm ⁻¹) (ln)	Sıcaklık (°C) (ln)	pH (ln)	THM (µg/L) (ln)
Kasım	1	-0,25	-3,47	2,68	2,11	3,69
	2	-0,09	-3,38	2,67	2,11	3,61
	3	-1,71	-3,41	2,80	2,13	3,56
	4	-1,61	-3,35	2,75	2,12	3,47
	5	-2,12	-3,24	2,75	2,11	3,22
Aralık	6	-0,43	-3,02	2,48	2,11	3,78
	7	-0,51	-3,24	2,50	2,12	3,74
	8	-1,24	-3,47	2,56	2,11	3,66
	9	-1,56	-3,65	2,47	2,07	3,53
	10	-1,71	-3,58	2,42	2,13	3,30
Ocak	11	-0,36	-3,61	1,92	2,08	3,64
	12	-0,48	-3,58	2,25	2,08	3,37
	13	-0,71	-3,58	2,12	2,15	3,18
	14	-0,78	-3,77	2,15	2,15	3,22
	15	-0,63	-3,61	1,84	2,11	3,09
Şubat	16	-0,73	-3,24	2,15	2,11	3,53
	17	-0,40	-3,35	2,08	2,10	3,22
	18	-0,76	-3,38	2,09	2,09	3,18
	19	-0,48	-3,38	2,55	2,09	3,26

Düşük SUVA Değerlikli Sular için Trihalometan Tahmin Modelinin Geliştirilmesi ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile En İyi Tahmin Modelinin Belirlenmesi

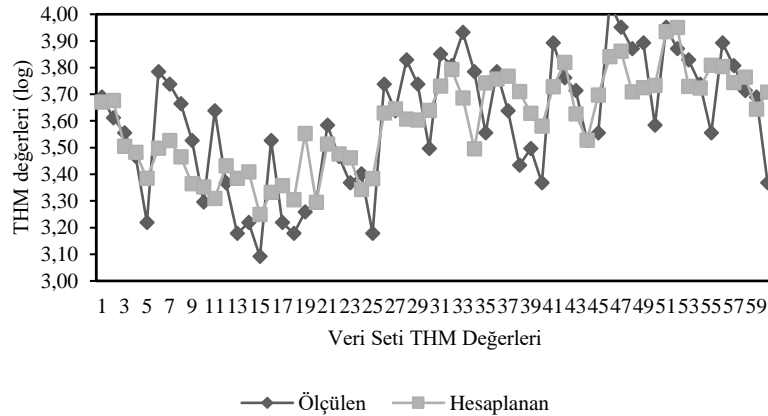
	20	-0,73	-3,35	2,05	2,10	3,30
Mart	21	-0,39	-3,51	2,34	2,13	3,58
	22	-0,65	-3,58	2,35	2,12	3,47
	23	-1,08	-3,51	2,47	2,13	3,37
	24	-2,30	-3,47	2,60	2,15	3,40
	26	-0,24	-4,14	2,39	2,13	3,18
Nisan	27	-0,33	-4,20	2,45	2,12	3,74
	28	-0,94	-4,42	2,56	2,09	3,64
	29	-1,71	-5,12	2,62	2,11	3,83
	30	-0,87	-4,51	2,55	2,12	3,74
	31	-0,22	-3,91	2,76	2,07	3,50
Mayıs	32	-0,60	-3,96	2,95	2,12	3,85
	33	-0,84	-4,02	2,80	2,10	3,81
	34	-2,21	-4,02	2,88	2,07	3,93
	35	-0,49	-3,91	2,82	2,11	3,78
	36	-0,25	-4,02	2,80	2,07	3,56
Haziran	37	-0,45	-3,96	2,95	2,04	3,78
	38	-0,80	-4,14	2,91	2,03	3,64
	39	-1,66	-4,14	2,98	2,07	3,43
	40	-1,08	-4,07	2,78	2,00	3,50
	41	-0,30	-2,98	3,10	2,02	3,37
Temmuz	42	-0,69	-3,73	3,17	2,07	3,89
	43	-1,90	-3,86	3,12	2,07	3,76
	44	-2,21	-3,61	3,09	2,06	3,71
	45	-0,80	-3,19	3,10	2,05	3,53
	46	-0,13	-3,65	3,01	2,10	3,56
Ağustos	47	-0,08	-3,35	3,08	2,12	4,04
	48	-1,90	-3,96	3,19	2,13	3,95
	49	-1,51	-3,91	3,13	2,11	3,87
	50	-1,47	-3,91	3,13	2,12	3,89
	51	-0,21	-3,41	3,26	2,13	3,58
Eylül	52	-0,17	-3,51	3,25	2,14	3,95
	53	-1,47	-3,51	3,21	2,13	3,87
	54	-1,35	-3,58	3,11	2,14	3,83
	55	-1,24	-3,54	3,29	2,14	3,74
	56	0,22	-3,83	2,72	2,12	3,56
Ekim	57	-0,39	-3,95	2,74	2,14	3,89
	58	-1,24	-3,95	3,09	2,13	3,81
	59	-1,61	-3,73	3,01	2,13	3,71
	60	-1,24	-3,83	2,99	2,13	3,69

3.2. Çoklu Lineer Regresyon Analizi Sonuçları

Çoklu lineer regresyon analizlerinde elde edilen veriler istatistiksel olarak anlamlıdır ($\alpha < 0.05$). Ölçülen ve hesaplanan THM değerleri arasındaki R^2 değeri 0,51; RMSE 0,16 $\mu\text{g/L}$; MAPE %3 olup; hassasiyet analizinde sıcaklık parametresinin %51 oranla en etkin değişken olduğu bulunmuştur. R^2 değeri, çoklu lineer regresyon analizinin doğrusallığını temsil etmektedir. Bu değer 1 olduğu zaman ölçülen değerler ve hesaplanan değerler arasında tam bir doğrusallık var demektir ve bu durum çoklu lineer regresyon analizi için önemlidir. Isparta şebekesinde THM tahmini için R^2 değeri çok yüksek değildir. Bunun sebebi Isparta şebekesinde THM oluşumunun su kalite parametrelerinden bağımsız bir şekilde gerçekleşmesi ile ilgili olabilir. Sadiq vd. [32] sularda DYÜ oluşumunu ve modelleme çalışmalarını kapsayan bir derleme makalesi sunmuşlar ve saha ölçekli yapılan çalışmaların R^2 değerlerinin laboratuvar ölçekli çalışmalarda elde edilen R^2 değerlerinden çok daha düşük olduğunu vurgulamışlardır. Laboratuvar ölçekli araştırmalarda elde edilen R^2 değerleri genellikle $>0,9$ iken saha ölçekli araştırmalarda R^2 değerleri 0,3'lere kadar düşebilmektedir. Araştırmamızın MAPE değeri %3'tür ve bu değer oldukça tatmin edicidir. Aynı şekilde RMSE değerinin oldukça düşük çıkması (0,16 $\mu\text{g/L}$) model çalışmasını olumlu yönde destekler niteliktedir. Isparta şebekesinde ölçülen ve istatistiksel olarak hesaplanan THM değerlerine ait model performansı Şekil 1'de, ardışık veri seti bazı karşılaştırma Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 1. Hesaplanan ve ölçülen THM değerlerine ait model performansı



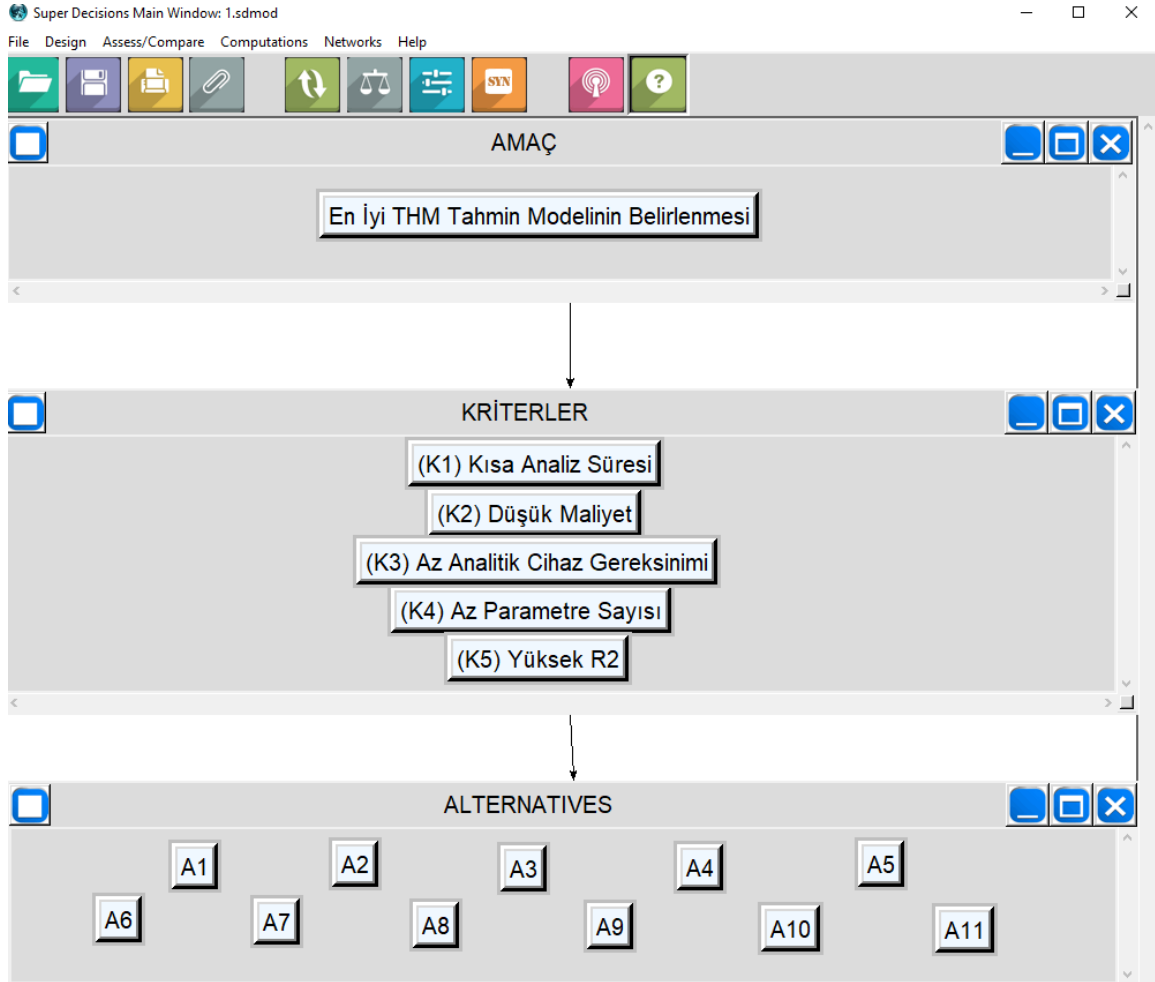
Şekil 2. Hesaplanan ve ölçülen THM değerinin ardışık veri seti bazında kıyaslanması

Çoklu lineer regresyon analizi sonucu Isparta şebekesi için THM tahminini ifade eden matematiksel eşitlik Denklem 9'da gösterilmektedir. Denklemdeki katsayıların pozitif ya da negatif olması tahmin parametresinin tahmin değerini doğrusal olarak (negatif/pozitif) etkilemektedir. Tahmin denkleminde THM değerini pozitif ve negatif anlamda en çok etkileyen parametrelerin sırasıyla pH ve UV_{254} olduğu görülmektedir

$$THM = 0,85 + (0,15 \times \text{Serbest Klor}) - (0,11 \times UV_{254}) + (0,43 \times T) + (0,60 \times \text{pH}) \quad (9)$$

3.3. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Sonuçları

AHS üç temel aşamadan oluşmaktadır. AHS'nin birinci aşaması amacın belirlenmesidir. AHS'nin amacı literatürde yapılan THM tahmin modellerini seçilen bazı kriterlere göre karşılaştırılarak sıralanmasıdır. Bu araştırma için 5 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler; kısa analiz süresi (K1), düşük maliyet (K2), az analitik cihaz gereksinimi (K3), az parametre sayısı (K4) ve yüksek R² (K5)'dir. Çalışmada kullanılan alternatiflerin belirlenmesinde ön eleme kriterleri kullanılmıştır. Ön eleme kriterleri belirlenirken özellikle kullanılan analitik cihazların 2'den fazla olmamasına, ölçülen su kalite parametre sayısının 5'ten fazla olmamasına dikkat edilmiştir. Super Decision yazılımı kullanılarak oluşturulan AHS kurulumu Şekil 3'te, ön eleme sonucu bu çalışmada kullanılmasına karar verilen ampirik modeller ise Tablo 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Analitik hiyerarşi süreci kurulumu

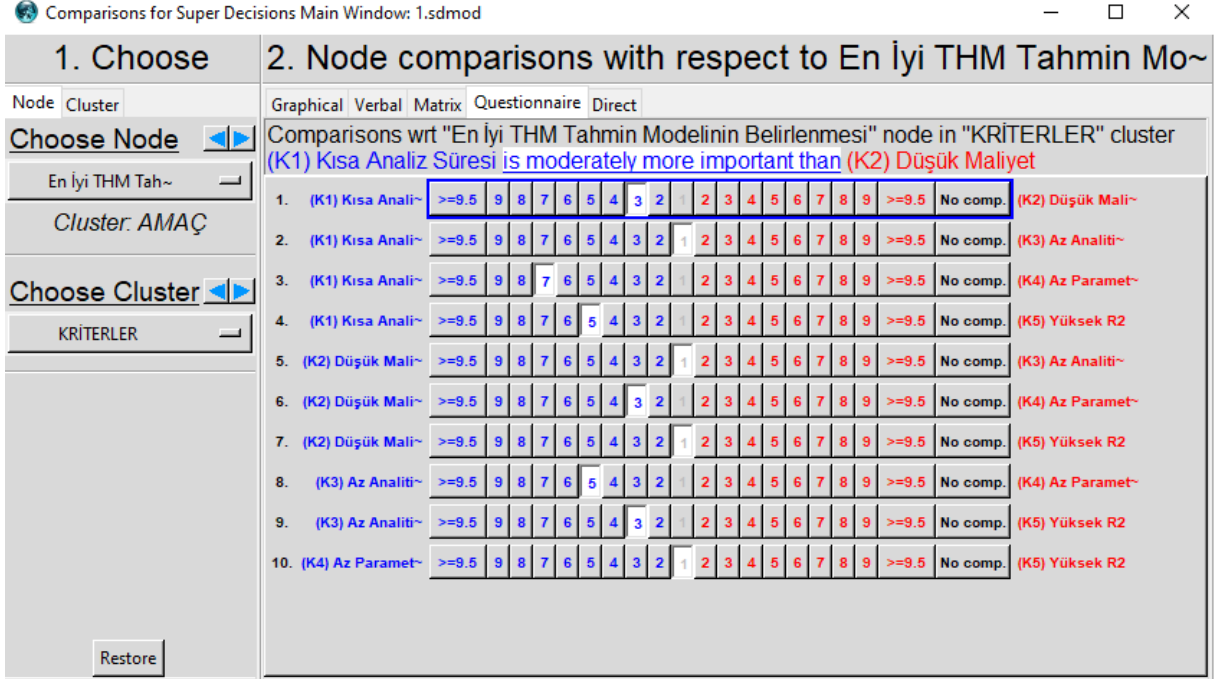
Tablo 3. Analitik hiyerarşi süreci alternatifleri

	Tahmin Modelleri	R ²	Referans
A1	$THM = 6,18 \times (UV_{254} + 1)^{3,64} \times TOK^{0,462} \times \text{Klor Dozu}^{0,420} \times (Br + 1)^{0,471} \times T^{0,169} \times pH^{0,048}$	0,88	[33]
A2	$THM = -15,0 + 0,235 \times T + 1,73 \times pH - 9,42 \times \text{Bulanıklık} - 0,729 \times TOK + 3,67 \times \text{Klor Dozu} + 0,18 \times \text{Bekleme Süresi}$	0,46	[34]
A3	$THM = -150,833 + 40,948 \times pH + 6,153 \times T - 13,876 \times \text{Bakiye Klor} + 8,100 \times \text{Bekleme Süresi} + 6,221 \times TOK + 292,308 \times UV_{254}$	0,87	[35]
A4	$THM = 10^{-1,53} \times T^{0,47} \times pH^{4,55} \times UV_{254}^{1,02}$	0,72	[36]
A5	$THM = 4,01 + 319,88 \times UV_{254} + 2,42 \times Cl_2$	0,23	[37]
A6	$THM = 10^{0,715} \times TOK_{giris}^{0,322} \times TOK_{çiktis}^{0,761} \times Cl_{2ön}^{0,206} \times Cl_{2son}^{0,184} \times T^{0,204}$	0,73	[38]
A7	$THM = 10^{-0,038} \times Cl_2^{0,654} \times pH^{1,322} \times \text{Bekleme Süresi}^{0,174} \times SUVA^{0,712}$	0,88	[39]
A8	$THM = 4,527T^{0,127} \times Cl_2^{0,595} \times TOK^{0,596} \times Br^{0,103} \times pH^{0,66}$	0,94	[40]
A9	$THM = 93,52 + 9,726 \times \text{Toplam } Cl_2 - 22,08 \times \text{Bakiye } Cl_2 - 13,79 \times pH + 4,019 \times 10^4 \times \text{Boru Uzunluğu} + 1,333 \times T + 2,302 \times TOK$	0,54	[41]
A10	$THM = 675,962 - 77,715 \times pH + 20,731 \times T - 509,779 \times \text{Bakiye } Cl_2 - 426,395 \times TOK + 382,669 \times \text{ÇOK} + 948,684 \times UV_{254}$	0,98	[42]
A11	$THM = 0,85 + (0,15 \times \text{Serbest Klor}) - (0,11 \times UV_{254}) + (0,43 \times T) + (0,60 \times pH)$	0,54	Bu çalışmanın modeli

UV₂₅₄: 254 nm UV absorpsansı; TOK: Toplam Organik Karbon; Br: Brom; T: Sıcaklık; Cl₂: Klor; SUVA: Spesifik UV Absorpsansı; ÇOK: Çözünmüş Organik Karbon

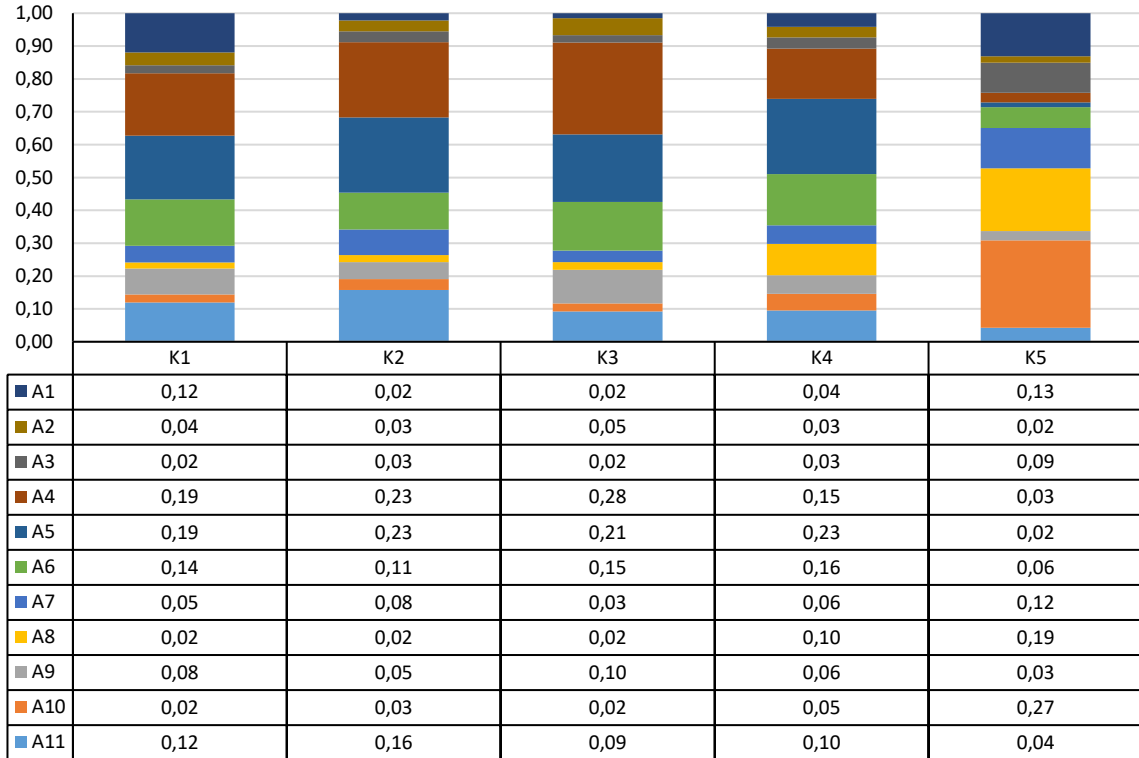
Kriterlerin ağırlıklandırılması Super Decision yazılımı içerisinde bulunan ikili karşılaştırma matrisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında seçilen 5 kriter birbirleri ile 9'lu puan sistemi ile değerlendirilmiştir. 9 puan bir kriterin diğerine kıyasla mutlak şekilde güçlü öneme sahip olduğunu, 7 puan bir kriterin diğerinden çok güçlü bir şekilde daha önemli olduğunu, 5 puan bir kriterin diğerinden çok daha önemli olduğunu, 3 puan bir kriterin diğerinden daha önemli olduğunu, 1 puan iki kriterin eşit önemde olduğunu göstermektedir. 2-4-6-8 puanlar ara değerleri göstermektedir.

Çalışma kriterlerinin ikili karşılaştırmada kullanılan puanları Şekil 4'te gösterilmektedir. Az analitik cihaz gereksinimi temsil eden K3 kriteri, az parametre sayısını temsil eden K4 kriteri ile kıyaslandığında bu çalışma kapsamında K3'ün çok daha önemli bir kriter olduğu düşünülmektedir ve bundan dolayı 5 puan almıştır. K3 kriteri K2 kriteri ile kıyaslandığında bu araştırma için eşit önemde olduğu düşünülmektedir ve bundan dolayı 1 puan almıştır. K4 kriteri K2 kriteri ile kıyaslandığında bu çalışma kapsamında K2 kriteri eşit önem ile daha önemli arasında bir yerde olduğu için 2 puan almıştır. Genel olarak ikili karşılaştırma matrisi bu şekilde yorumlanabilmektedir. Matrislerin ikili karşılaştırması için tutarlılık oranı 0,04 < 0,1 olduğu için istatistiksel olarak tutarlıdır. Kullanılan kriterlerin önem derecesi K1=0,4 > K3=0,27 > K2=0,16 > K5=0,09 > K4=0,06 olarak bulunmuştur.



Şekil 4. Kriterlerin ikili karşılaştırılması

Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra bir sonraki aşamada her bir kritere göre alternatiflerin ikili karşılaştırılması yapılmalıdır. K1 kriterine göre en iyi alternatif A5, K2 kriterine göre en iyi alternatif A4 ve A5, K3 kriterine göre en iyi alternatif A4, K4 kriterine göre en iyi alternatif A5, K5 kriterine göre en iyi alternatif A10 olarak belirlenmiştir. Alternatiflerin kriterlere puanlandırılması Şekil 5'te gösterilmektedir.



Şekil 5. Alternatiflerin kriterlere puanlandırılması

K1 kriteri kısa analiz süresini temsil etmekte olup, tutarlılık oranı 0,02 ve istatistik olarak anlamlıdır. K1 kriterine göre alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi Ek A'da verilmektedir. DYÜ analizleri sıvı-sıvı ekstraksiyon metoduna göre yapılmakta ve GC ile ölçülmektedir. Numunelerin sahadan toplanması, laboratuvar ön hazırlık işlemleri ve analitik analiz aşaması, verilerin alınması ve yorumlanabilir versiyonun elde edilmesi uzun saatler almaktadır. Bu yüzden DYÜ'ler analiz edilmeden saha çalışmalarından elde edilebilmesi oldukça önemlidir. K1 kriterine göre alternatif ağırlık puanı sıralamasında en önemli alternatifin A5 (0,19) olduğu görülmektedir. A5 numaralı model UV absorbanı ve klor ölçümüne dayanmaktadır. A5 modelinde analitik cihaz kullanımı gerekmediği için analiz süresi oldukça kısa sürmektedir.

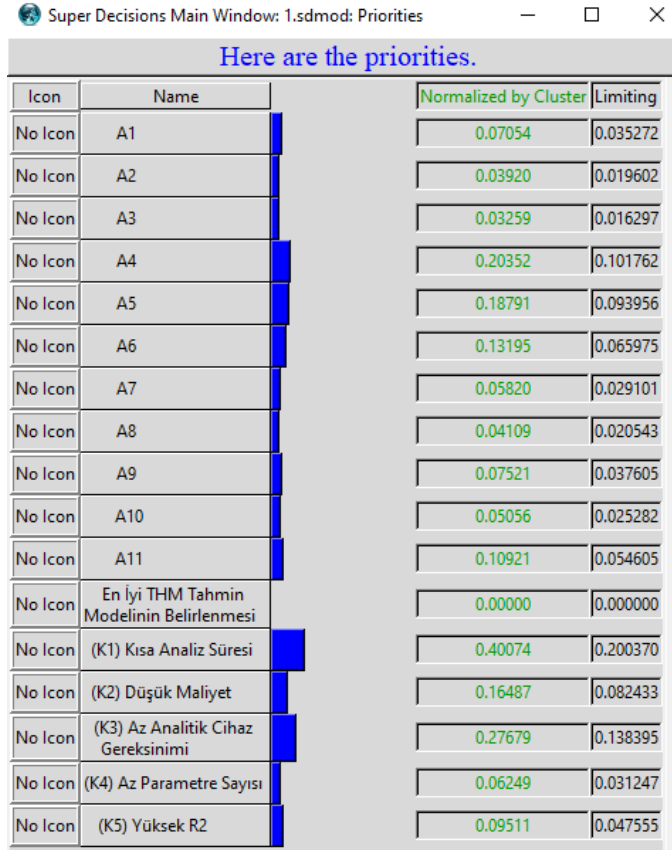
K2 kriteri düşük maliyet süresini temsil etmektedir, tutarlılık oranı 0,01 ve istatistik olarak anlamlıdır. K2 kriterine göre alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi Ek B'de verilmektedir. DYÜ'lerin oluşumunu ve türleşmesini değerlendirebilmek için DYÜ'lerin oluşmasına neden olan organik maddelerin, su sıcaklığının, su pH'sının vb. parametrelerin ölçülmesi gerekebilmektedir. Bu yüzden DYÜ'leri tam anlamıyla anlayabilmek için çok kapsamlı bir süreç gerekmektedir bu durum da maliyetin artmasına neden olabilir. K2 kriterine göre alternatif ağırlık puanı sıralamasında en önemli alternatifin A4 (0,22) ve A5 (0,22) olduğu görülmektedir. A4 numaralı model sıcaklık, pH ve UV ölçümüne dayanmaktadır. Sıcaklık ve pH parametreleri sahada anlık olarak, UV parametresi de hem laboratuvar ortamında hem de sahada ölçülebilmektedir. A5 numaralı model UV ve klor parametrelerinin ölçümüne dayanmaktadır. Klor ölçümü de hem laboratuvar ortamında hem de sahada çok düşük maliyetlerle ölçülebilmektedir. A4 ve A5 modelleri diğer modellere kıyasla daha düşük maliyetle gerçekleştirilebildikleri için K2 kriterinde üst sıralarda yer almaktadırlar.

K3 kriteri az analitik cihaz gereksinimini temsil etmektedir, tutarlılık oranı 0,04 ve istatistik olarak anlamlıdır. K3 kriterine göre alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi Ek C'de verilmektedir. DYÜ'lerin ölçümünde analitik cihaz kullanımı mecburidir. Ancak analitik hiyerarşi prosesinde seçilen alternatifler arasında, birçok farklı su kalite parametreleri kullanılarak, dezenfeksiyon yan ürünü tahminleri yapılabilmektedir. Bu kriter mümkün olduğunca az analitik cihaz kullanarak DYÜ'leri tahmin edebilme kapasitesini değerlendirmek üzere seçilmiştir. (K3) kriterine göre alternatif ağırlık puanı sıralamasında en önemli alternatifin A4 (0,27) olduğu görülmektedir. A4 numaralı model sıcaklık, pH ve UV ölçümüne dayalıdır. Sıcaklık ve pH taşınabilir cihazlarla çok hızlı bir şekilde ölçülebilmektedir. UV ölçümü spektrofotometre ölçümüne dayanmaktadır ancak yine de A4 numaralı model üst sıralarda yer alabilmiştir.

K4 kriteri az parametre sayısını temsil etmektedir, tutarlılık oranı 0,01 ve istatistik olarak anlamlıdır. K4 kriterine göre alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi Ek D'de verilmektedir. Bu kriter özellikle DYÜ'lerin davranışını, oluşumunu ve türleşmesini değerlendirebilmek adına oldukça önemlidir. Bu kriter DYÜ'lerin oluşumuna katkı sağlayan su kalite parametrelerinin sayısını temsil etmektedir. Model çalışmalarının temel amacı mümkün olduğunca az su kalite parametresi kullanarak, oldukça hızlı ölçüm yöntemleri ile ve düşük maliyetle olabildiğince yüksek doğruluğu yakalamaya çalışmaktır. Bu yüzden bu kriterde az su kalite parametresi kullanımı önemlidir. K4 kriterine göre alternatif ağırlık puanı sıralamasında en önemli alternatifin A5 (0,22) olduğu görülmektedir. A5 numaralı model sadece iki su kalite parametresi kullanarak model kurulumu yapabildiği için en üst sırada yer almaktadır.

K5 kriteri R^2 'yi temsil etmektedir, tutarlılık oranı 0,02 ve istatistik olarak anlamlıdır. K5 kriterine göre alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisi Ek E'de verilmektedir. R^2 modelleme çalışmalarında determinasyon katsayısını temsil etmektedir. Deneysel veriler ile gerçek veriler arasındaki uyumu göstermektedir. Model çalışmalarında R^2 değerinin 1'e yakın olması halinde deneysel verilerin gerçek verilerle tam olarak örtüştüğünü göstermektedir. K5 kriterine göre alternatif ağırlık puanı sıralamasında en önemli alternatifin A10 (0,26) olduğu görülmektedir. A10 numaralı modelin R^2 değeri 0,98 olduğu için en üst sırada yer almaktadır.

K1, K2, K3, K4 ve K5 kriterleri kendi aralarında değerlendirildiğinde en kayda değer kriterin 0,40 puan ile K1 olduğu tespit edilmiştir. Bütün kriterlerin genel skoruna göre de tüm alternatifler arasında en yüksek skor alan alternatif 0,20 puan ile A4 olarak tespit edilmiştir. Tüm kriterlerin ve tüm alternatiflerin önceliklerini ve puanlamasını gösteren sonuçlar Şekil 6'da gösterilmektedir.



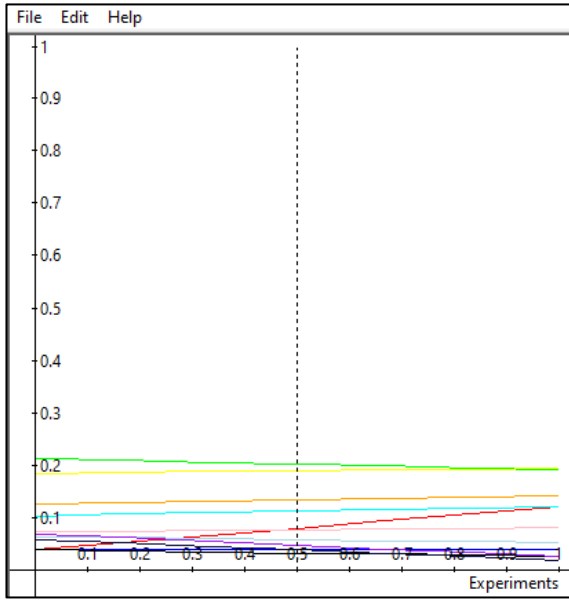
Super Decisions Main Window: 1.sdmod: Priorities

Here are the priorities.

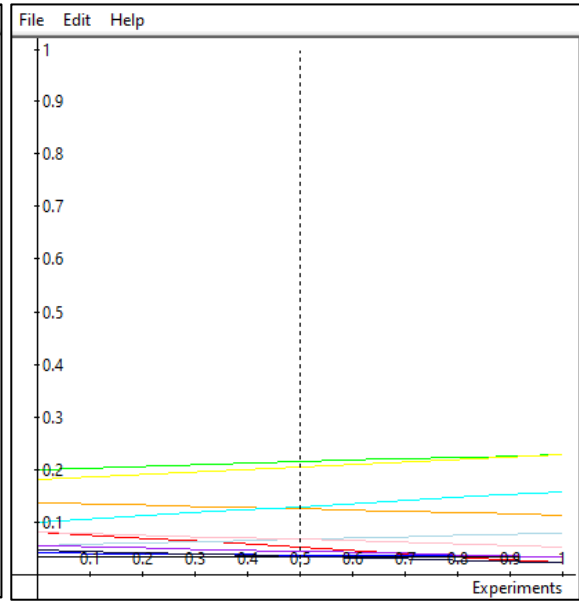
Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	A1	0.07054	0.035272
No Icon	A2	0.03920	0.019602
No Icon	A3	0.03259	0.016297
No Icon	A4	0.20352	0.101762
No Icon	A5	0.18791	0.093956
No Icon	A6	0.13195	0.065975
No Icon	A7	0.05820	0.029101
No Icon	A8	0.04109	0.020543
No Icon	A9	0.07521	0.037605
No Icon	A10	0.05056	0.025282
No Icon	A11	0.10921	0.054605
No Icon	En İyi THM Tahmin Modelinin Belirlenmesi	0.00000	0.000000
No Icon	(K1) Kısa Analiz Süresi	0.40074	0.200370
No Icon	(K2) Düşük Maliyet	0.16487	0.082433
No Icon	(K3) Az Analitik Cihaz Gerekisini	0.27679	0.138395
No Icon	(K4) Az Parametre Sayısı	0.06249	0.031247
No Icon	(K5) Yüksek R2	0.09511	0.047555

Şekil 6. Tüm kriterlerin ve tüm alternatiflerin öncelikleri

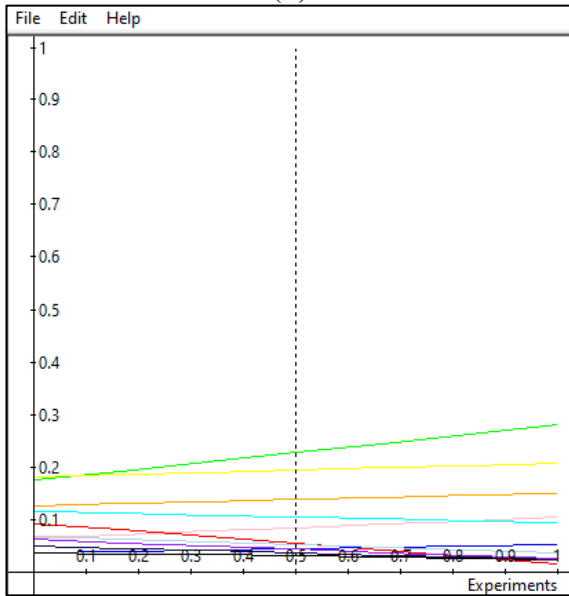
Kısa analiz süresi kriterine göre alternatiflerin hassasiyet analizi Şekil 7A'da gösterilmektedir. Hassasiyet oranı %50 olduğunda A4 alternatifinin en önemli alternatif olduğu görülmektedir. Hassasiyet oranı arttırıldığında A4 alternatifinin önemi azalırken, A1 alternatifinin önemi kayda değer şekilde artmaktadır. Düşük maliyet kriterine göre alternatiflerin hassasiyet analizi Şekil 7B'de gösterilmektedir. Hassasiyet analizi %50 olduğunda A4 alternatifi A5 alternatifine neredeyse eşit önemli olmaktadır. Hassasiyet oranı %90'ın üzerine çıktığında A4 alternatifinin önemi A5 alternatifine kayda değer şekilde yaklaşmakta ve artmaktadır. Az analitik cihaz gereksinimi kriterine göre alternatiflerin hassasiyet analizi Şekil 7C'de gösterilmektedir. %50'lik hassasiyet oranı göz önüne alındığında en önemli alternatifin A4 olduğu görülmektedir. Hassasiyet oranı %10'un altına düştüğünde A5 no'lu alternatifin daha önemli olduğu söylenebilir. Hassasiyet oranı %50'nin üzerine çıktığında ise A4 alternatifinin önemi artmaktadır. Az parametre sayısı kriterine göre alternatiflerin hassasiyet analizi Şekil 7D'de gösterilmektedir. %50'lik hassasiyet oranı göz önüne alındığında en önemli alternatifin A5 olduğu görülmektedir. Hassasiyet oranı %20'nin altına düştüğünde A4 no'lu alternatifin daha önemli olduğu görülmektedir. Hassasiyet oranı %50'nin üstüne çıktığında A5 alternatifinin önemi de artmaktadır. R² kriterine göre alternatiflerin hassasiyet analizi Şekil 7E'de gösterilmektedir. Hassasiyet oranı %50 olduğunda A10 alternatifinin en önemli alternatif olduğu görülmektedir. Hassasiyet oranı %50'den %0'a yaklaştığında A4 alternatifinin önem derecesi kayda değer şekilde artmaktadır. Hassasiyet oranı %50'den %100'e yükseltildiğinde A10 alternatifi net bir şekilde artmaktadır.



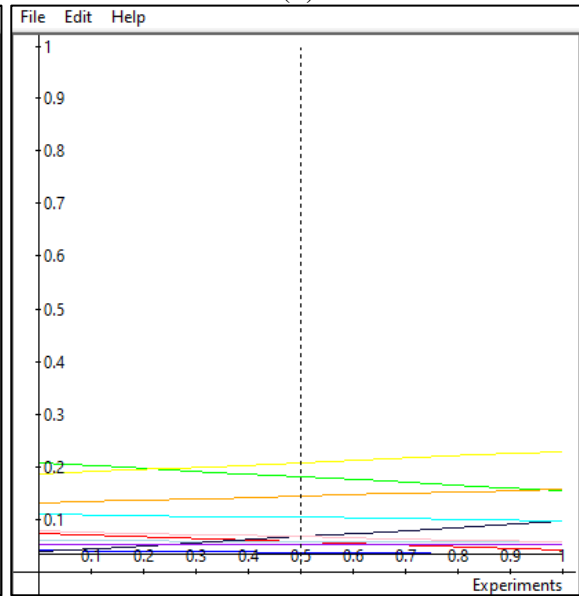
(A)



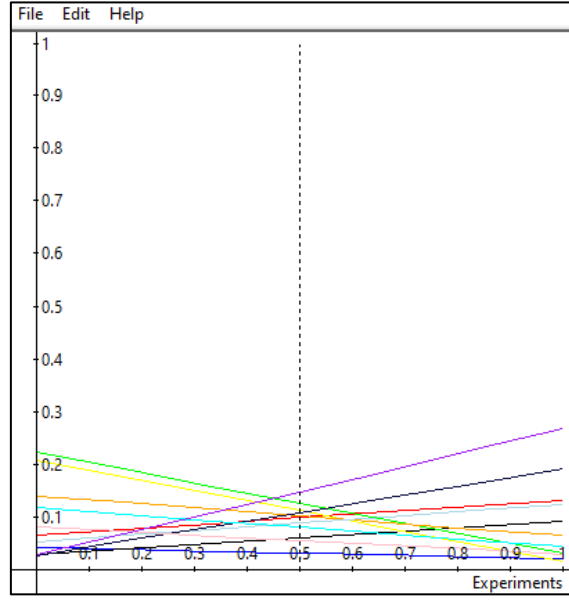
(B)



(C)



(D)



Şekil 7. Kriterlere göre alternatiflerin hassasiyet analizi (A: K1 kriterine göre alternatiflerin hassasiyeti, B: K2 kriterine göre alternatiflerin hassasiyeti, C: K3 kriterine göre alternatiflerin hassasiyeti, D: K4 kriterine göre alternatiflerin hassasiyeti, E: K5 kriterine göre alternatiflerin hassasiyeti)

4. Tartışma ve Sonuç

İçme suyu endüstrisinde dezenfeksiyon süreci mikrobiyal kaliteyi sağlamak adına vazgeçilmez bir aşamadır. Sularda doğal olarak bulunan organik ve/veya inorganik maddeler, dezenfeksiyon sürecinde kullanılan dezenfektanlar ile kasıtsız bir şekilde tepkime verme eğilimindedir. DYÜ'ler içme suyu şebekelerinde dezenfeksiyon sürecinden sonra dezenfektanlar ile öncül maddeler arasındaki tepkime sonucu oluşan genotoksik, sitotoksik ve karsinojenik olan yan ürünlerdir. THM, sularda tespit edilebilen 800'den fazla DYÜ'leri arasında en fazla tespit edilebilen türdür. THM Amerika Birleşik Devletleri'nde, Avrupa'nın neredeyse tüm ülkelerinde ve Türkiye'de mevzuatlarda yer almakta ve sulardaki konsantrasyonunun tespit edilmesi gerekmektedir. Ancak DYÜ'lerin ve hassas analitik cihazlarla ölçülmesi tespitlerini zorlaştırabilmektedir. Bundan dolayı birçok araştırmacı THM konsantrasyonunu tespit edebilmek için ampirik modelleri kullanma yoluna gitmişlerdir. Birçok araştırmacı ampirik modelleri kullanırken farklı su kalite parametrelerinden yararlanmaktadırlar. Farklı araştırmacılar farklı su kaynaklarından elde ettikleri veri setleri ile farklı THM tahmin modelleri geliştirmeye çalışmışlardır. İdeal tahmin modelini seçmek oldukça karmaşık bir sürecin sonunda belirlenebilmektedir. Bu yüzden karar verme uygulaması olan analitik hiyerarşi prosesini kullanmak oldukça yararlı ve süreci hızlandıran bir istatistiksel yaklaşım sergilemektedir.

Bu çalışmanın birinci aşaması Isparta şebekesinden bir yıl boyunca toplanan su numunelerinin su kalite parametrelerinin ve THM konsantrasyonunun belirlenmesidir. Isparta şebekesinde analizi yapılan su kalite parametreleri serbest klor, UV, sıcaklık ve pH'tır. Çalışmanın ikinci aşaması su kalite parametreleri ile THM konsantrasyonu arasında çoklu lineer regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizde bağımsız değişkenler serbest klor, UV, sıcaklık ve pH, bağımlı değişken ise THM'dir. Isparta şebekesinde THM tahmin modeli istatistiksel olarak anlamlıdır ($\alpha < 0,05$). Elde edilen sonuçlar ile literatürde yer alan 10 farklı THM tahmin modeli sonucu analitik hiyerarşi prosesi ile değerlendirilmiştir. Analitik hiyerarşi sürecinde 11 farklı tahmin modeli çalışmasını değerlendirmek için 5 farklı kriter seçilmiştir. Bu kriterler analitik hiyerarşi sürecindeki ikili karşılaştırma matrisi kullanılarak ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırma aşaması sonucunda K1 kriteri 0,40, K3 kriteri 0,27, K2 kriteri 0,16, K5 kriteri 0,09, K4 kriteri ise 0,06 puan almıştır. Kriterlerin bütünlük etkisi dikkate alınarak son aşamada alternatiflerin ikili karşılaştırılması yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucu olarak ortaya çıkan A11 alternatifi AHP sıralamasına göre en ideal 4. model olarak belirlenmiştir. A11 modelinde A4 modeline ek olarak serbest klor ölçümlerinin modele dahil edilmesi ve yıl boyunca su kalite parametrelerinin mevsimsel değişiminin oldukça az değişimler göstermesi ve su kaynağının düşük SUVA'lı karakterde olması dolayısıyla model korelasyon katsayısının daha düşük olması A11 modelinin 4. sırada yer almasına neden olmuştur. Çalışma sonunda A4

alternatifi “ $THM=10^{-1.53} \times T^{0.47} \times pH^{4.55} \times UV_{254}^{1.02}$ ” 0,20 puan alarak kriterler bağlamında en iyi alternatif olarak belirlenmiştir. Seçilecek olan farklı kriterler ve alternatifler ile bu çalışmaların çeşitlendirilebileceği ve farklı araştırmacılara da yol gösterebilecektir.

Teşekkür

"İçme Suyu Kaynakları ve Şebekelerinde Azot Bazlı Dezenfeksiyon Yan Ürünleri ve Öncülerinin Mevsimsel Değişimlerinin İncelenmesi" başlıklı TÜBİTAK projesi (Proje No: 113Y416), bu çalışmanın modelleme kısmı için finansman sağlamıştır. C.Ö., deneyleri gerçekleştirdi ve makaleyi yazdı, G.C., sonuçları yorumladı, Ş.Ş.K.B., fikir sahibi ve sonuçları yorumladı.

Kaynaklar

- [1] Cortes C, Marcos R. Genotoxicity of disinfection byproducts and disinfected waters: A review of recent literature. *Mutat Res Gen Tox En* 2018; 831: 1–12.
- [2] Hu J, Chu W, Sui M, Xu B, Gao N, Ding S. Comparison of drinking water treatment processes combinations for the minimization of subsequent disinfection by-products formation during chlorination and chloramination. *Chemical Engineering Journal* 2018; 335: 352–361.
- [3] Roth D, Cornwell DA. DBP Impacts from Increased Chlorine Residual Requirements. *Journal AWWA* 2018; 110: 2.
- [4] Alexandrou L, Meehan BJ, Jones OAH. Regulated and emerging disinfection by-products in recycled waters. *Science of the Total Environment* 2018; 637–638: 1607–1616.
- [5] Chhipi-Shrestha G, Rodriguez M, Sadiq R. Unregulated disinfection Byproducts in drinking water in Quebec: A meta analysis. *Journal of Environmental Management* 2018; 223: 984–1000.
- [6] Ersan MS, Liu C, Amy G, Karanfil T. The interplay between natural organic matter and bromide on bromine substitution. *Science of the Total Environment* 2019; 646: 1172–1181.
- [7] Lin J, Chen X, Zhu A, Hong H, Liang Y, Sun H, Lin H, Chen J. Regression models evaluating THMs, HAAs and HANs formation upon chloramination of source water collected from Yangtze River Delta Region, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2018; 160: 249–256.
- [8] Avsar E, Toröz İ, Hanedar A, Yılmaz M. Chemical Characterization of Natural Organic Matter and Determination of Disinfection By-Product Formation Potentials in Surface Waters of Istanbul (Omerli and Buyukcekmece Water Dam), Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 2014; 23(2a): 494-502.
- [9] U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) 1998. National Primary Drinking Water Regulations: Disinfectants and Disinfection Byproducts Notice of Data Availability, Proposed Rule. *Federal Register* 61, 62:15677.
- [10] U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) 2006. National Primary Drinking Water Regulations: Stage 2 Disinfectants and Disinfection Byproducts Rule, Final Rule, *Federal Register* 71:2.
- [11] Avsar E, Toröz İ. Seasonal Determination and Investigation of Disinfection By Product Formation Potentials (DBPFPS) of Surface Waters, Istanbul Omerli and Buyukcekmece Case Study. *Anadolu University Journal of Science and Technology B- Theoretical Sciences* 2018; 6(1): 22-35.
- [12] World Health Organization (WHO) 2004. Guidelines for Drinking Water Quality, 3rd ed., http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en.
- [13] Bond T, Kamal NHM, Bonnissieu T, Templeton MR. Disinfection by-product formation from the chlorination and chloramination of amines. *Journal of Hazardous Materials* 2014; 278: Pages 288-296.
- [14] Garcia-Villanova RJ, Garcia C, Gomez JA, Garcia MP, Ardanuy R. Formation, Evolution and Modeling of Trihalomethanes in The Drinking Water of A Town: II. In The Distribution System. *Wat. Res.* 1997; Vol. 31: pp. 1405-1413.
- [15] Golfopoulos SK, Xilourgidis NK, Kostopoulou MN, Lekkas TD. Use of A Multiple Regression Model for Predicting Trihalomethane Formation. *Wat. Res.* 1998; Vol. 32, No. 9, pp. 2821-2829.
- [16] Golfopoulos SK, Arhonditsis GB. Multiple regression models: A methodology for evaluating trihalomethane concentrations in drinking water from raw water characteristics. *Chemosphere* 2002; 47: 1007–1018.
- [17] Civelekoğlu G, Yiğit NO, Diamadopoulos E, Kitiş M. Prediction of Bromate Formation Using Multi-Linear Regression and Artificial Neural Networks. *Ozone: Science and Engineering* 2007; 29: 353–362.
- [18] Uyak V, Ozdemir K, Toroz I. Multiple linear regression modeling of disinfection by-products formation in Istanbul drinking water reservoirs. *Science of the Total Environment* 2007; 378: 269–280.
- [19] Chowdhury S. Champagne P. An Investigation on Parameters for Modeling THMs Formation. *Global NEST Journal* 2008; Vol 10: No 1, pp 80-91.
- [20] Mishra BK, Priya T, Gupta SK, Sinha A. Modeling and Characterization of Natural Organic Matter and Its Relationship with The THMs Formation. *Global NEST Journal* 2016; Vol 18: No 4, pp 803-816.
- [21] Triantaphyllou E. *Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study*. Springer New York, NY: Kluwer Academic Publishers, 2000.

- [22] Peyrelasse C, Jacob M, Lallement A. Multicriteria Comparison of Ozonation, Membrane Filtration, and Activated Carbon for the Treatment of Recalcitrant Organics in Industrial Effluent: A Conceptual Study. *Environmental Processes* 2022; 9: 9.
- [23] Ebrahimzadeh S, Wols B, Azzelino A, Martijn BJ. Quantification and modelling of organic micropollutant removal by reverse osmosis (RO) drinking water treatment. *Journal of Water Process Engineering* 2021; 42: 102164.
- [24] Teodosiu C, Gilca AF, Barjoveanu G, Fiore S. Emerging pollutants removal through advanced drinking water treatment: A review on processes and environmental performances assessment. *Journal of Cleaner Production* 2018; doi: 10.1016/j.jclepro.2018.06.247.
- [25] APHA (1998) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th Edition, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environmental Federation, Washington DC.
- [26] U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) 1996. Method 8270C. Semivolatile Organic Compounds by Gas Chromatography / Mass Spectrometry (GC/MS). In *Test Methods for Evaluating Solid Waste: Physical/Chemical Methods, SW- 846*, 3rd edition. United States Environmental Protection Agency, Washington.
- [27] Avsar E, Toroz I, Hanedar A. Physical Characterisation of Natural Organic Matter and Determination of Disinfection By-Product Formation Potentials in Istanbul Surface Waters. *Fresenius Environmental Bulletin* 2015; 24(9): 2763-2770.
- [28] Civelekoğlu G. Arıtma proseslerinin yapay zeka ve çoklu istatistiksel yöntemler ile modellenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2006.
- [29] Ömürbek N, Şimşek A. Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri ile Online Alışveriş Site Seçimi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi* 2014; 22: 306-327.
- [30] İmren E, Karayılmazlar S, Kurt R, Çabuk Y. Yatırım Kararı Almada AHS Yönteminin Kullanımı: Bartın İli Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 2017; 19(2): 107-114.
- [31] Özgür C. Farklı Su Kaynaklarında ve Şebekelerde Karbonlu ve Azotlu Dezenfeksiyon Yan Ürünlerinin Oluşumu. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2019.
- [32] Sadiq R, Rodriguez M. Disinfection by-products (DBPs) in drinking water and predictive models for their occurrence: a review. *Sci Total Environ* 2004; 321(1-3): 21-46.
- [33] Godo-Pla L, Emiliano P, Poch M, Valero F, Monclus H. Benchmarking empirical models for THMs formation in drinking Water systems: An application for decision support in Barcelona, Spain. *Science of the Total Environment*, 2021; 763: 144197.
- [34] Albanakis C, Tsanana E, Fragkaki AG. Modeling and prediction of trihalomethanes in the drinking water treatment plant of Thessaloniki, Greece. *Journal of Water Process Engineering* 2021; 43: 102252.
- [35] Kumari M, Gupta SK. Modeling of trihalomethanes (THMs) in drinking water supplies: a case study of eastern part of India. *Environ Sci Pollut Res* 2015; 22:12615–12623.
- [36] Islam N, Sadiq R, Rodriguez MJ, Legay C. Assessing regulatory violations of disinfection by-products in water distribution networks using a non-compliance potential index. *Environ Monit Assess* 2016; 188: 304.
- [37] Semerjian L, Dennis J, Ayoub G. Modeling the formation of trihalomethanes in drinking waters of Lebanon. *Environ Monit Assess* 2009; 149: 429–436.
- [38] Mcbean E, Zhu Z, Zeng W. Systems analysis models for disinfection byproduct formation in chlorinated drinking water in Ontario. *Civil Engineering and Environmental Systems* 2009; 25(2): 127-138.
- [39] Uyak V, Toroz İ. Modeling The Formation Of Chlorination By-Products During Enhanced Coagulation. *Environmental Monitoring and Assessment* 2006; 121: 503–517.
- [40] Al-Omari A, Fayyad M, Qader AA. Modeling trihalomethane formation for Jabal Amman water supply in Jordan. *Environmental Modeling and Assessment* 2004; 9: 245–252.
- [41] Feungpean M, Panyapinyopol B, Elefsiniotis P, Fongsatitkul P. Development of statistical models for trihalomethane (THM) occurrence in a Water distribution network in Central Thailand. *Urban Water Journal* 2015; Vol. 12, No. 4: 275–282.
- [42] Mahato JK, Gupta SK. Modification of Bael fruit shell and its application towards natural organic matter removal with special reference to predictive modeling and control of THMs in drinking Water Supplies. *Environmental Technology & Innovation* 2020; 18: 100666.

Ekler

Ek A K1 kriteri kullanılarak ikili karşılaştırılan seçeneklerin matrisi

Comparisons for Super Decisions Main Window: 1.sdm

1. Choose		2. Node comparisons with respect to Kısa Analiz Süresi	
Node	Cluster	Graphical	Verbal
Comparisons wrt "Kısa Analiz Süresi" node in "ALTERNATIVES" cluster			
A1 is moderately more important than A2			
1.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
2.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
3.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
4.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
5.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
6.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
7.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
8.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
9.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
10.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
11.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
12.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
13.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
14.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
15.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
16.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
17.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
18.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
19.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
20.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
21.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
22.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
23.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
24.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
25.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
26.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
27.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
28.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
29.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
30.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
31.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
32.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
33.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
34.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
35.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
36.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
37.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
38.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
39.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
40.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
41.	A6	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
42.	A6	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
43.	A6	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
44.	A6	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
45.	A6	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
46.	A7	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
47.	A7	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
48.	A7	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
49.	A7	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
50.	A8	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
51.	A8	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
52.	A8	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
53.	A9	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
54.	A9	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2
55.	A10	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2

Ek B K2 kriteri kullanılarak ikili karşılaştırılan seçeneklerin matrisi

Comparisons for Super Decisions Main Window: 1.sdmod

1. Choose

Node Cluster

Choose Node

Düşük Maliyet

Cluster: KRITERLER

Choose Cluster

ALTERNATIVES

Restore

2. Node comparisons with respect to Düşük Maliyet

Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Comparisons wrt "Düşük Maliyet" node in "ALTERNATIVES" cluster
A2 is equally to moderately more important than A1

1.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A2
2.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3
3.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4
4.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5
5.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6
6.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
7.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
8.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
9.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
10.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
11.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3
12.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4
13.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5
14.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6
15.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
16.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
17.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
18.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
19.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
20.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4
21.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5
22.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6
23.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
24.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
25.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
26.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
27.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
28.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5
29.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6
30.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
31.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
32.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
33.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
34.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
35.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6
36.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
37.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
38.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
39.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
40.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
41.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
42.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
43.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
44.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
45.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
46.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
47.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
48.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
49.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
50.	A8	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
51.	A8	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
52.	A8	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
53.	A9	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
54.	A9	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
55.	A10	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11

Ek C K3 kriteri kullanılarak ikili karşılaştırılan seçeneklerin matrisi

Comparisons for Super Decisions Main Window: 1.sdm

1. Choose		2. Node comparisons with respect to (K3) Az Analitik Cih~	
Node	Cluster	Graphical	Verbal Matrix
Choose Node		Questionnaire Direct	
(K3) Az Analit~		Comparisons wrt "(K3) Az Analitik Cihaz Gereksinimi" node in "ALTERNATIVES" cluster	
Cluster: KRITERLER		A2 is moderately to strongly more important than A1	
Choose Cluster	ALTERNATIVES		
Restore			

1.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A2
2.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3
3.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4
4.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5
5.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6
6.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
7.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
8.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
9.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
10.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
11.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3
12.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4
13.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5
14.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6
15.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
16.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
17.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
18.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
19.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
20.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4
21.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5
22.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6
23.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
24.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
25.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
26.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
27.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
28.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5
29.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6
30.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
31.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
32.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
33.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
34.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
35.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6
36.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
37.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
38.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
39.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
40.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
41.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
42.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
43.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
44.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
45.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
46.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8
47.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
48.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
49.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
50.	A8	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
51.	A8	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
52.	A8	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
53.	A9	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10
54.	A9	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11
55.	A10	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11

Ek D K4 kriteri kullanılarak ikili karşılaştırılan seçeneklerin matrisi

Comparisons for Super Decisions Main Window: 1.sdm

1. Choose		2. Node comparisons with respect to Az Parametre Sayısı	
Node	Cluster	Graphical	Verbal Matrix
Choose Node		Comparisons wrt "Az Parametre Sayısı" node in "ALTERNATIVES" cluster	
Az Parametre S-		A1 is equally as important as A2	
Cluster: KRITERLER			
Choose Cluster			
ALTERNATIVES			
1.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A2
2.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A3
3.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A4
4.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A5
5.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A6
6.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A7
7.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A8
8.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A9
9.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A10
10.	A1	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A11
11.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A3
12.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A4
13.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A5
14.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A6
15.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A7
16.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A8
17.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A9
18.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A10
19.	A2	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A11
20.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A4
21.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A5
22.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A6
23.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A7
24.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A8
25.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A9
26.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A10
27.	A3	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A11
28.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A5
29.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A6
30.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A7
31.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A8
32.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A9
33.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A10
34.	A4	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A11
35.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A6
36.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A7
37.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A8
38.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A9
39.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A10
40.	A5	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A11
41.	A6	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A7
42.	A6	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A8
43.	A6	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A9
44.	A6	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A10
45.	A6	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A11
46.	A7	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A8
47.	A7	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A9
48.	A7	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A10
49.	A7	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A11
50.	A8	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A9
51.	A8	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A10
52.	A8	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A11
53.	A9	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A10
54.	A9	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A11
55.	A10	>=9.5	9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No comp. A11

Restore

Ek E K5 kriteri kullanılarak ikili karşılaştırılan seçeneklerin matrisi

Comparisons for Super Decisions Main Window: 1.sdm

1. Choose		2. Node comparisons with respect to Yüksek R2																						
Node	Cluster	Graphical	Verbal	Matrix	Questionnaire	Direct																		
Choose Node	Yüksek R2	Comparisons wrt "Yüksek R2" node in "ALTERNATIVES" cluster																						
Cluster: KRITERLER		A1 is strongly to very strongly more important than A2																						
Choose Cluster	ALTERNATIVES	1.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A2	
		2.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3	
		3.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4	
		4.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5	
		5.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6	
		6.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7
		7.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8	
		8.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9	
		9.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10	
		10.	A1	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11	
		11.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3	
		12.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4	
		13.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5	
		14.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6	
		15.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7	
		16.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8	
		17.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9	
		18.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10	
		19.	A2	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11	
		20.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4	
		21.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5	
		22.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6	
		23.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7	
		24.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8	
		25.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9	
		26.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10	
		27.	A3	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11	
		28.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A5	
		29.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6	
		30.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7	
		31.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8	
		32.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9
		33.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10	
		34.	A4	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11	
		35.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A6	
		36.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7	
		37.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8	
		38.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9	
		39.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10	
		40.	A5	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11	
		41.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A7	
		42.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8	
		43.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9	
		44.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10	
		45.	A6	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11	
		46.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A8	
		47.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9	
		48.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10	
		49.	A7	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11	
		50.	A8	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A9	
		51.	A8	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10	
		52.	A8	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11	
		53.	A9	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A10	
		54.	A9	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11	
		55.	A10	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A11	

Restore