

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

**HİDROLOJİK VE İKLİMSEL PARAMETRELER ARASINDAKİ
İLİŞKİLERİN ANALİZİ İÇİN VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİNİN
GELİŞTİRİLMESİ**

Proje No: FDA-2013-4623

Dış Kaynaklı Projeler İçin Acil İhtiyaç Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Yrd. Doç. Dr. Filiz DADAŞER ÇELİK
Mühendislik Fakültesi/Çevre Mühendisliği Bölümü

Şubat 2014

KAYSERİ

TEŐEKKÜR

Bu alıőma TUBİTAK tarafından 110Y110 no'lu Tübitak projesi olarak ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FDA-2013-4623 no'lu Dış Kaynaklı Acil İhtiyaç Pojesi olarak desteklenmiőtir. Bu desteklerden dolayı TUBİTAK'a ve Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teőekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM.....	9
2. GENEL BİLGİLER.....	12
3. GEREÇ VE YÖNTEM	15
3.1. Kavramsal Modelin Oluşturulması.....	15
3.1.1 Temel Kavramlar	15
3.1.2 Problem Tanımı.....	16
3.2 Değerlendirme Ölçütlerinin Tanımlanması	16
3.3 Hızlı ve Özgün Algoritmaların Tasarlanması	17
4. BULGULAR.....	19
4.1. Akarsu Akımları için Bulgular	19
4.2 Göl Seviyeleri için Bulgular	34
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	38
KAYNAKLAR.....	39

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Eşleştirilen akım gözlem ve meteoroloji istasyonları	13
Tablo 2.2. Eşleştirilen göl gözlem ve meteoroloji istasyonları	14
Tablo 3.1. Klasik birliktelik analizi algoritmasının kaba kodu (pseudo code)	18
Tablo 4.1. 1 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	19
Tablo 4.2. 2 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	20
Tablo 4.3. 3 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	20
Tablo 4.4. 5 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	21
Tablo 4.5. 7 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	23
Tablo 4.6. 8 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	23
Tablo 4.7. 9 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	24
Tablo 4.8. 11 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	24
Tablo 4.9. 12 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	25
Tablo 4.10. 13 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	26
Tablo 4.11. 14 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	26
Tablo 4.12. 15 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	27
Tablo 4.13. 16 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	28
Tablo 4.14. 17 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	28
Tablo 4.15. 18 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	29
Tablo 4.16. 19 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	29
Tablo 4.17. 20 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	30
Tablo 4.18. 21 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	30
Tablo 4.19. 22 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	31
Tablo 4.20. 23 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	32
Tablo 4.21. 24 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	32
Tablo 4.22. 25 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	32
Tablo 4.23. 26 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	33
Tablo 4.24. İznik Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	34
Tablo 4.25. Manyas Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	34
Tablo 4.26. Uluabat Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	35
Tablo 4.27. Sapanca Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri	35
Tablo 4.28. Tuz Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri	36
Tablo 4.29. Beyşehir Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri	36
Tablo 4.30. Van Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri.....	37
Tablo 4.31. Burdur Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri	37

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Eşleştirilen akım gözlem ve meteoroloji istasyonlarının konumları	13
Şekil 2.2. Eşleştirilen göl gözlem ve meteoroloji istasyonlarının konumları	14
Şekil 2.3. Bir istasyona ait akım verisinin ayrıklaştırılması	14

ÖZET

Bu projenin amacı Türkiye için hidrolojik ve iklimsel parametreler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesi için veri madenciliği yöntemlerinin geliştirilmesidir. Hidrolojik ve iklimsel verilerin analizleri için bugüne kadar yapılan çalışmaların üç temel eksikliği bulunmaktadır: 1) Hidrolojik ve iklimsel parametreler arasındaki ilişkiler yeterli düzeyde incelenmemiştir; 2) Hidrolojik ve iklimsel verilerin analizinde büyük-ölçekli verilerin analizinde yetersiz olan istatistiksel yöntemler ağırlıklı olarak kullanılmıştır. 3) Birçok çalışmada verilerin zamansal boyutuna odaklanılmış ve verilerin mekânsal ve mekân-zamansal boyutları ihmal edilmiştir. Bu projede hidrolojik ve iklimsel veriler beraber analiz edilerek, bu verilerin birlikte oluşturdukları ilişkilerinin ve hidrometeorolojik örüntülerin keşfi sağlanmıştır. Bu amaçla veri madenciliği yöntemleri arasında yer alan birliktelik analizi kullanılmıştır. Veri madenciliği, analizi manuel olarak mümkün olmayan veya analizi çok zaman alan büyük ve çok değişkenli veri kümelerinden daha önce keşfedilmemiş, ilginç ve anlamlı bilgileri çıkarmak için otomatik veya yarı-otomatik yöntemleri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Birliktelik analizi bu kapsamda değişik parametreler arasındaki ilişki ve örüntülerin belirlenmesinde neden-sonuç ilişkilerini de ifade eden kuralların keşfinde kullanılır. Bu çalışmada kullanılan hidrolojik ve meteorolojik veriler çeşitli devlet kurumlarından (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü-DMİ, Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü-EİE) elde edilmiştir. Veri kalitesinin değerlendirilmesi ve veri madenciliği için hazırlanmasından sonra, birliktelik örüntülerinin keşfi için hızlı ve özgün bir algoritma hazırlanmıştır. Geliştirilen yöntemler Türkiye akım, göl seviyeleri ve iklimsel verileri üzerinde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda veri madenciliği yöntemlerinden olan birliktelik analizinin hidrolojik ve iklimsel parametrelerin arasındaki ilişkilerin keşfinde kullanılabileceği tespit edilmiştir. Yapılan uygulamada Türkiye'nin büyük bir bölümü için yağış ve sıcaklığın akımı belirleyen temel değişkenler olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: hidrolojik ve iklimsel veri analizi, mekân-zamansal hidrometeorolojik örüntüler, veri madenciliği, birliktelik analizi

ABSTRACT

The purpose of this project was to determine the relationships between hydrologic and climatic parameters of Turkey using data mining techniques. The previous studies conducted using hydrologic and climatic data of Turkey has three major limitations. 1) the relationships between hydrologic and climatic parameters have not been sufficiently explored. 2) statistical methods, which are not sufficient for analyzing large datasets, were mostly used for analysis. 3) previous studies focused on the temporal aspects of the datasets and discovery of temporal patterns and ignored the spatial and spatio-temporal aspects of the data. In this project, hydrologic and climatic data were analyzed together to determine the relationships and spatio-temporal hydrometeorological patterns formed by them. For this purpose data mining techniques (association analysis) were used. Data mining aims to develop automatic or semi-automatic methods for discovering unforeseen, interesting, and meaningful patterns from heterogeneous and large datasets which cannot be analyzed manually. The dataset that were used in this project were obtained from various government institutions (Turkish State Meteorological Service – DMI, General Directorate of Electrical Power Resources Survey and Development Administration – EIE, etc.). After testing data quality and preparation of data for data mining, hydrologic and climatic datasets were analyzed by considering their spatial and temporal characteristics and a new algorithm for discovering association rules was proposed. The techniques developed in this Project was further used to discover the relationships between stream flow and climatic variables in Turkey. The analysis showed that data mining techniques, including association analysis, can successfully be used for discovering the relationships between hydrologic and climatic variables. The analysis also showed that stream flow in Turkey is mostly related with precipitation and air temperature.

Keywords:Hydrologic and climatic and data analysis, spatio-temporal hydrometeorological patterns, data mining, association analysis

1. GİRİŞ / AMAÇ VE KAPSAM

Bu projenin temel amacı Türkiye için hidrolojik ve iklimsel parametreler arasındaki ilişkilerin ve bu parametrelerin birlikte oluşturdukları örüntülerin tespit edilmesi ve bu ilişki ve örüntülerin tespit edilmesi veri madenciliği yöntemlerinin geliştirilmesidir.

Küresel ısınmadan kaynaklanan iklim değişikliği tarım, hayvancılık ve enerji gibi ulusal ekonomi ve toplumsal refahı yakından etkileyen birçok sektörü tehdit etmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change veya IPCC) tarafından hazırlanan rapora göre 1906 - 2005 döneminde küresel yüzey sıcaklığı 0.74 °C artmıştır (IPCC 2007, Göktürk v.d. 2008). Küresel ısınmanın hidrolojik sistemde değişikliklere yol açtığı artık bilinen bir gerçektir. Örneğin, atmosferik nem oranı artmakta, yağış karakterinde ve şiddetinde değişimler gözlenmekte ve sel ve kuraklık gibi doğal afetlerde artışlar yaşanmaktadır. IPCC tarafından yayınlanan, “İklim Değişikliği ve Su (Climate Change and Water)” başlıklı raporda su kaynaklarının iklim değişikliğinden etkilenebilirliğinin belirlenmesinin önemi vurgulanmıştır (IPCC 2008). Yine aynı raporda iklim değişikliğine uyum için karar verme mekanizmalarını güçlendirmek üzere hidrolojik ve iklimsel sistemler arasındaki ilişkilerin özellikle yerel ölçekte (mekâna bağlı olarak) belirlenmesinin öneminden bahsedilmiş ve bu amaçla bu ilişkilerin belirlenmesi için yeni yöntemler geliştirilmesinin gerekliliğine işaret edilmiştir. Bu proje kapsamında hidrolojik parametreler (akarsu akımları ve göl seviyeleri) ve iklimsel parametreler (sıcaklık, yağış, nisbi nem, rüzgâr şiddeti) arasındaki ilişkilerin ve bu parametrelerin birlikte oluşturdukları örüntülerin belirlenmesi için yeni ve özgün yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemler Türkiye’ye ait hidrolojik ve iklimsel veriler üzerinde uygulanmış ve Türkiye için hidrolojik parametreler ve iklimsel parametreler arasındaki birliktelik örüntüleri tespit edilmiştir.

Türkiye’de hidrolojik ve iklimsel veriler daha önce birçok çalışmada analiz edilmiştir. Bu çalışmalar genel olarak 1) verilerin genel karakterleri ve mekânsal olarak değişimlerini ortaya koymaya, 2) veri kalitesini ve güvenilirliğini belirlemeye, 3) verilerde geçmişte meydana gelen değişimleri belirlemeye, 4) verilerde Güneyli Salınım veya Kuzey Atlantik Salınımı gibi büyük ölçekli atmosferik salınım olaylarının etkilerini açıklamaya, 5) verileri gruplandırmaya yani benzer karakter gösteren kümeler oluşturmaya yönelmişlerdir. Bu çalışmaların çoğunluğunda hidrolojik ve iklimsel sistemler birbirlerinden ayrı olarak incelenmiştir. Bu nedenle hidrolojik ve iklimsel parametreler arasındaki ilişkiler henüz yeterli düzeyde

belirlenememiştir. Buna karşılık hidrolojik olaylar ve iklimsel faktörler arasındaki bağlantılar her zaman açık değildir. Bu projede Türkiye için hidrolojik ve iklimsel parametreler arasındaki bağlantılar belirlenerek bu parametrelerin birlikte oluşturdukları örüntüler mekânsal ve mekân-zamansal olarak analiz edilmiştir.

Hidrolojik ve iklimsel parametrelerin ilişkilerinin analizinde daha önce korelasyon analizi gibi istatistiksel yöntemler kullanılmıştır. İstatistiksel yöntemler destekleyici (confirmatory) ve açıklayıcı (explanatory) veri analiz yöntemlerini içerir. Destekleyici yaklaşımlar analize başlamak için bir hipoteze ihtiyaç duyarlar. Örneğin korelasyon analizinde iki parametre arasındaki korelasyonun sıfırdan farklı olduğu hipotezi ile başlamak gereklidir. Yani analiz önceden belirlenen hipotezi desteklemek veya reddetmek için yapılmaktadır. Açıklayıcı yaklaşımlar ise verinin analiz edilerek veri karakteristiğine uygun hipotezlerin geliştirilmesi esasına dayanır. Ayrıca istatistiksel yöntemler küçük-ölçekli verilerin analizi için geliştirilmişlerdir ve dolayısı ile büyük-ölçekli verilerin analizinde yetersiz kalırlar. Büyük-ölçekli verilerin analizi için veri madenciliği yöntemleri kullanılabilir. Bu projede kullanılan yöntem olan veri madenciliği yöntemleri açıklayıcıdır ve veri analizi sürecinde hipotezler geliştirme esasına dayanır. Böylece açıkça tespit edilemeyen ilginç ve anlamlı ilişki ve örüntülerin modellenmesine ve dolayısıyla keşfedilmesine imkân verir. Ayrıca veri madenciliği yöntemleri büyük-ölçekli verileri analiz edebilme potansiyeline sahiptir. Bu projede veri madenciliği yaklaşımı kullanılarak hidrolojik ve iklimsel parametrelerin birlikte oluşturdukları örüntüler ortaya çıkarılmıştır.

Veri madenciliği temel olarak dört yöntem içerir (Tan v.d. 2006, Han and Kamber 2001). Bunlar kümeleme, sınıflandırma, anormallik tespiti ve birliktelik analizidir. Kümeleme danışmansız sınıflandırma olarak da tanımlanabilir ve sınıfları belli olmayan verileri ortak özelliklerine göre gruplamayı amaçlar. Sınıflandırma genel olarak danışmanlı gruplama olarak bilinir ve kümelemenin aksine sınıflar önceden verilir. Anormallik tespiti veri kümelerinde beklenen özellikleri göstermeyen örüntülerin tespit edilmesini amaçlar. Birliktelik analizi ise veri tabanlarında yer alan parametreler arasındaki açıkça görülemeyen ilginç ve anlamlı ilişki ve örüntülerin keşfedilmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu çalışma kapsamında birliktelik analizi kullanılmıştır. Genel olarak tanımlanacak olursa birliktelik analizi “bir işlem kaydında (transaction) bir öğenin meydana gelme olasılığını diğer öğelerin meydana gelme olasılıklarından tahmin etmek için kurallar bulunmasıdır” (Tan v.d. 2006). Birliktelik analizi kullanıcı tarafından belirlenmiş frekans (sıklık) değerinden daha yüksek frekansa (daha sık)

sahip olan $\{A\} \rightarrow \{B\}$ şeklindeki kuralların bulunmasını sağlar. Bu kuralda A ve B olayları veya iki farklı parametreyi göstermektedir. Örneğin, A yağış, B ise pik akım biçimi olabilir. $\{A\} \rightarrow \{B\}$ kuralı ise “eğer A gerçekleşirse, B gerçekleşir” şeklinde okunur. Bu yönüyle birliktelik analizi korelasyon analizinde olduğu gibi sadece parametreler arasındaki ilişkiyi açıklamamakta aynı zamanda neden-sonuç ilişkilerini gösteren kurallar oluşturmaktadır. Birliktelik analizi aynı zamanda korelasyon analizinde olduğu gibi iki parametre ile sınırlı kalmayıp, birçok parametreyi aynı zamanda analiz etme kabiliyetine sahiptir. Yani birliktelik analiziyle $\{A, B, C\} \rightarrow \{D\}$ şeklinde veya $\{A, B, C\} \rightarrow \{D, E, F\}$ şeklinde kurallar bulmak mümkündür.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar verilerin zamansal boyutuna odaklanarak (zaman serileri analizi gibi) zamansal örüntüleri tespit etmişler, ancak verilerin mekânsal ve mekânsal-zamansal boyutlarını ihmal etmişlerdir. Bu durum Tobler’in coğrafyanın ilk kuralı olarak bilinen “Her şey her şeyle ilişkilidir fakat uzayda birbirine yakın olanlar uzak olanlara göre daha çok ilişkilidir” kuralıyla çelişmektedir (Cressie 1991). Aynı kuralı mekân-zamansal özellikler içinde genelledebiliriz. Hidrolojik ve iklimsel veriler coğrafi (yani mekânsal) özellik taşımaktadır ve dolayısıyla veriler mekânsal ve mekân-zamansal ilişkiler içermektedirler. Bu projede hidrolojik ve iklimsel parametreler arasındaki mekân-zamansal ilişkiler belirlenmiştir.

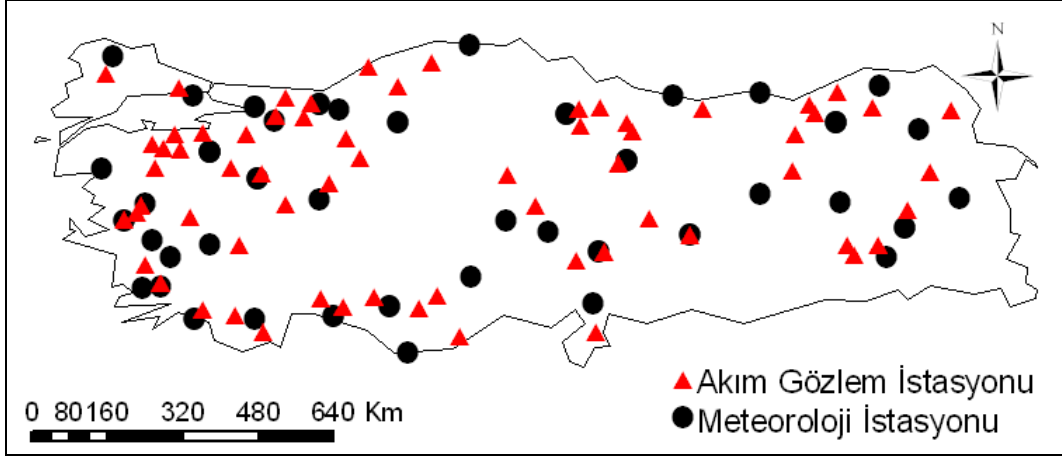
Bu projede Türkiye’ye ait akarsu akımları ve göl seviyeleri verileri kullanılarak hidrolojik parametrelere ait veriler üzerindeki iklimsel etki incelenmiştir. Akarsu akımları, yağış, sıcaklık, buharlaşma (ve buharlaşmayı etkileyen nisbi nem, rüzgâr hızı) gibi pek çok iklimsel parametreden etkilenmektedir. Bu nedenle bu projede hidrolojik parametreler ile yağış, sıcaklık, nisbi nem, rüzgâr hızı gibi iklimsel parametreler arasındaki ilişkilerin ve bu parametrelerin beraber oluşturdukları birliktelik örüntüleri analiz edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Klasik birliktelik örüntüleri verilerin zaman ve mekân boyutlarını ihmal eden ilişkileri tanımlamaktadır. Klasik birliktelik örüntüleri genel olarak tanımlanacak olursa belirli bir frekans (sıklık) değerinden daha yüksek frekansa (daha sık) sahip olan $\{A\} \rightarrow \{B\}$ şeklindeki kuralların bulunmasını sağlar. Bu kuralda A ve B olayları veya iki farklı parametreyi göstermektedir. Örneğin, A yağış, B ise pik akım biçimi olabilir. $\{A\} \rightarrow \{B\}$ kuralı ise “eğer A gerçekleşirse, B gerçekleşir” şeklinde okunur. Bu yönüyle klasik birliktelik örüntüleri sadece parametreler arasındaki ilişkiyi açıklamamakta aynı zamanda neden-sonuç ilişkilerini göstermektedir. Klasik birliktelik örüntüleri aynı zamanda birçok parametreyi aynı zamanda analiz etme kabiliyetine sahiptir. Yani örüntüler $\{A, B, C\} \rightarrow \{D\}$ şeklinde veya $\{A, B, C\} \rightarrow \{D, E, F\}$ şeklinde olabilir. Bu proje kapsamında yapılan çalışmalarda odaklanılan kurallar iklimsel parametrelerin (yağış, sıcaklık, rüzgâr hızı ve bağıl nem) kuralların sol tarafında, hidrolojik parametrelerin (akım) ise kurallarının sağ tarafından yer aldığı kurallardır. Yani iklimsel faktörlerin hidrolojik sistem üzerinde ne tür bir etkiye neden olduğu araştırılmıştır.

Daha önce hidrolojik ve iklimsel verilerin analizinin yapıldığı çok az sayıda çalışmada klasik birliktelik örüntüleri aranmıştır. Tan vd. (2001) yağış, deniz yüzeyi sıcaklığı (sea surface temperature – SST) gibi gözlem verilerini, net birincil üretim (Net Primary Production – NPP) gibi model sonuçlarını ve SOI, NAO, deniz suyu sıcaklık anomalileri gibi iklim indisleri içeren veri tabanında klasik birliktelik örüntülerini araştırmışlardır. Shu vd. (2008) iklimsel veriler üzerinde bulanık birliktelik kurallarını (fuzzy association rules) araştırılmışlardır.

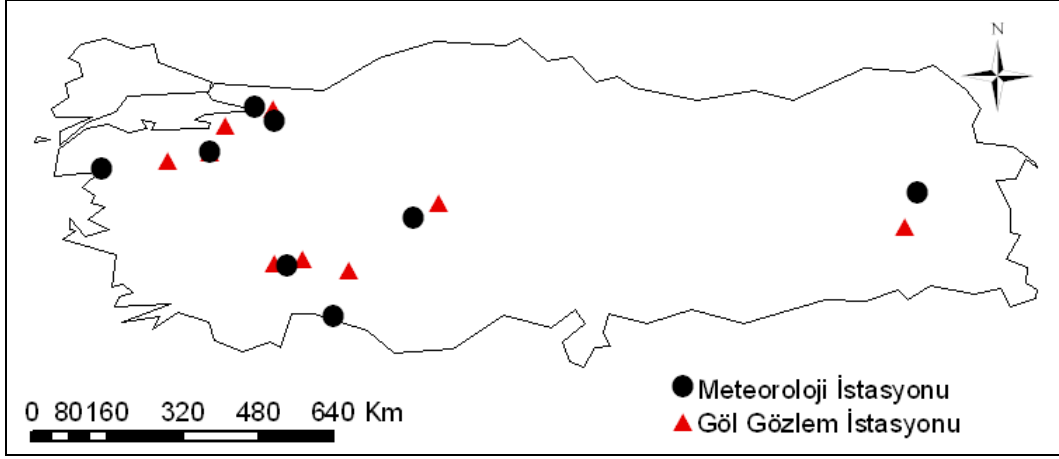
Bu proje kapsamında yürütülen çalışmada akım ve göl seviyeleri iklimsel parametreler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Veri olarak 23 havzada yer alan 64 istasyona ait aylık ortalama akım verisi ve 11 göle ait su kalite verisi kullanılmıştır. Seçilen akım ve göl gözlem istasyonları ile eşleştirilen meteoroloji istasyonlarından (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2, Tablo 2.1 ve Tablo 2.2) elde edilmiş aylık toplam yağış, aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama bağıl nem ve aylık ortalama rüzgâr hızı verileri kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Eşleştirilen akım gözlem ve meteoroloji istasyonlarının konumları

Tablo 2.1. Eşleştirilen akım gözlem ve meteoroloji istasyonları

Akım İst. No	Meteoroloji İst. No	Akım İst. No	Meteoroloji İst. No	Akım İst. No	Meteoroloji İst. No
101	17050	1203	17155	1712	17928
211	17636	1221	17066	1714	17320
302	17695	1222	17119	1801	17866
311	17155	1224	17726	1905	17964
314	17674	1226	17664	2006	17866
316	17695	1233	17072	2122	17784
317	17695	1237	17072	2124	17199
321	17695	1243	17066	2131	17764
324	17184	1302	17072	2151	17806
509	17186	1307	17606	2213	17033
510	17186	1314	17602	2218	17626
514	17792	1335	17070	2232	17045
518	17822	1401	17716	2233	17628
701	17884	1402	17085	2304	17666
706	17884	1413	17085	2323	17666
713	17824	1414	17085	2409	17692
808	17952	1418	17716	2507	17205
809	17294	1501	17196	2603	17776
812	17294	1517	17193	2610	17205
902	17300	1535	17716	2612	17776
912	17954	1611	17928		
1102	17155	1612	17248		

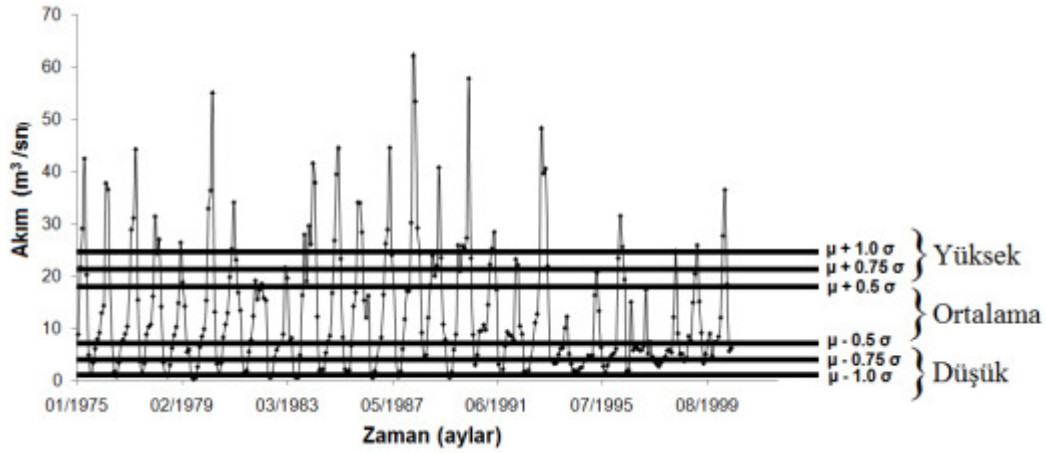


Şekil 2.2. Eşleştirilen göl gözlem ve meteoroloji istasyonlarının konumları

Tablo 2.2. Eşleştirilen göl gözlem ve meteoroloji istasyonları

Göl Adı	Meteoroloji. İst. No
İznik	17119
Manyas	17695
Uluabat	17674
Burdur	17240
Sapanca	17662
Tuz	17191
Beyşehir	17954
Van	17780

Veriler ortalama ve standart sapma (SS) değerleri kullanılarak üç sınıfa ayrılmıştır. Değerler “ortalama-1.5SS” ve “ortalama+1.5SS” arasında ise “Orta-O”; “ortalama-1.5SS”den küçükse “Düşük-D”; ve “ortalama+1.5SS”den büyükse “Yüksek-Y” olarak adlandırılmıştır. Örnek bir veri seti üzerinde ayrıklaştırma Şekil 2.3’de gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Bir istasyona ait akım verisinin ayrıklaştırılması

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Aşağıda klasik birliktelik örüntülerinin kavramsal modeli, örüntü keşfinde kullanılan değerlendirme ölçütleri ve örüntü keşfi algoritması ve bu algoritmanın çalıştırılması ile elde edilen sonuçlar sırasıyla sunulmaktadır.

3.1. Kavramsal Modelin Oluşturulması

Bu kısımda, çalışma ile ilgili temel kavramların tanımları verilmiş ve klasik birliktelik örüntülerinin keşfi probleminin tanımlaması yapılmıştır.

3.1.1 Temel Kavramlar

Klasik birliktelik örüntülerinin tanımlanmasında Agraval ve Srikant (1994)'den faydalanılmıştır.

Tanım 1: Bir birliktelik kuralı şu şekilde tanımlanabilir: $I=\{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ n adet ikili (binary) özellikten oluşan, eleman olarak da bilinen, bir küme olsun. $D= \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ veritabanı olarak da bilinen, kayıt kümesi olsun. D'deki her bir kaydın kendi özel kayıt ID değeri vardır ve I'ya ait elemanların bir alt kümesini içermektedir. Bir kural, $X, Y \subseteq I$ ve $X \cap Y = \emptyset$ olmak üzere $X \rightarrow Y$ şeklinde tanımlanan yapıdadır. Elemanların kümesi (kısaca eleman kümeleri) X ve Y, sırasıyla öncül (sebeup - antecedent) ve ardıl (sonuç - consequent) olarak bilinir. Bir örüntü P, $\{X, Y\}$ şeklinde oluşan bir kümeyi ifade eder.

Tanım 2: P birlikteliğinin veya kuralının destek (support) değeri, P birlikteliğini içeren kayıtların sayısının, D verikümesinde bulunan kayıtların toplamına oranıdır.

$$\text{Destek}(P) = (\text{P'yi içeren kayıtların sayısı}) / (\text{toplam kayıt sayısı})$$

Tanım 3: $X \rightarrow Y$ kuralının güvenilirlik değeri X'i içeren kayıtlarda Y'nin görülme sıklığını ifade eder.

$$\text{Güvenilirlik}(X \rightarrow Y) = \text{Destek}(X \cup Y) / \text{Destek}(X)$$

Tanım 4: Verilen bir örüntü P ve veri kümesi D ile bir klasik birliktelik örüntüsü, hidrolojik ve meteorolojik parametrelerden oluşan eleman kümelerinin bir altkümesi olarak, en az bir meteorolojik ve bir hidrolojik parametrenin, kuralın öncül ve/veya ardıl kısmında oluşması ile oluşan örüntüdür.

Bu çalışmanın amacı, meteorolojik parametrelerin hidrolojik parametreler üzerindeki etkisini ortaya çıkarmaktır. Bu sebeple, bu çalışmada bir kuralın öncül kısmı meteorolojik parametreleri, ardıl kısmı ise hidrolojik parametreleri içermektedir.

Tanım 5: P örüntüsünün destek değeri, eğer kullanıcı tarafından verilen destek eşik değeri `min_support`'tan büyük veya eşitse bu örüntü sık (frequent)'tir.

Tanım 6: P örüntüsünün $X \rightarrow Y$ biçimindeki kuralının güvenilirlik değeri, eğer kullanıcı tarafından verilen bir güvenilirlik eşik değeri `min_conf`'den büyük veya eşitse, bu örüntü manalı (meaningful) olarak ifade edilir.

3.1.2 Problem Tanımı

Verilenler:

Hidro-meteorolojik veritabanı, D.

Minimum destek eşik değeri, `min_support`.

Minimum güvenilirlik eşik değeri, `min_conf`.

Çıktı:

`min_support` ve `min_conf` eşik değerlerini sağlayan sık ve manalı örüntüler.

Hedef:

Hesaplama karmaşıklığını minimize etmek.

Şartlar:

Verilen parametrelere uygun olarak doğru ve tüm kuralları bulmak.

Kurallara ait ardıl kısım en az bir hidrolojik parametre içermeli.

3.2 Değerlendirme Ölçütlerinin Tanımlanması

Klasik birliktelik örüntülerinin keşfinde bulunan kuralların anlamlılığını değerlendirmek için iki değerlendirme ölçütü kullanılmıştır. Bu ölçütler "Destek" ve "Güvenilirlik" ölçütleridir.

Söz konusu değerlendirme ölçütlerinin tanımları 6.1’de verilmiştir ve aşağıda ayrıca açıklanmıştır.

Destek Ölçütü

Destek; bir parametre veya parametre kümesinin veri tabanında olma olasılığını yani toplam kayıtlara oranla kaç kez tekrar edildiğini (sıklığını) ifade eder. Eğer bir parametre veya parametre kümesinin destek değeri belirli bir eşik değerinden (threshold) yüksek ise o bir parametre veya parametre kümesinin anlamlı olduğuna karar verilir ve daha karmaşık (büyük boyutlu) ilişkilerin bulunması için bir sonraki aşamalarda kullanılır.

Güvenilirlik

Klasik veri madenciliğinde güvenilirlik (confidence) değerlendirme ölçütü birlikteliği oluşturan parametrelerin sebep-sonuç ilişkisini yani şartlı olasılıklarını gösterir. Hangi parametrenin hangisine sebep olduğunu belirlemede yani eğer- öyleyse (if-then) kurallarının çıkarımında kullanılır.

3.3 Hızlı ve Özgün Algoritmaların Tasarlanması

Klasik birliktelik örüntülerinin keşfedilmesinde Apriori Algoritması (Han and Kamber 2001) kullanılmıştır. Tablo 3.1’de bu algoritmanın kaba kodu (pseudo code) verilmektedir.

2-3. adımlar arasında önce eldeki veri kümesinden bütün olası 1 boyutlu adaylar üretilmektedir (adaya_üret fonksiyonu). Bu adayların destek değerleri support_hesapla fonksiyonu ile hesaplanmaktadır.

4-9. adımlar arasında sırasıyla, önce eldeki adayların min_sup eşik değerinden yüksek olup olmadığı örüntü_ele fonksiyonu ile incelenmekte ve yüksek olanlar L matrisinde toplanmaktadır. Daha sonra eldeki L matrisinden yine adaya_üret fonksiyonu ile bir üst aday örüntüler elde edilmektedir. Bu adaylara ait destek değerleri de yine support_hesapla fonksiyonu ile hesaplanmakta ve döngü bu şekilde devam etmektedir.

Eldeki aday örüntüler bitinceye kadar döngü tekrar etmekte ve C adaya matrisi boş olduğu zaman döngü bitirilmektedir.

Tablo 3.1. Klasik birliktelik analizi algoritmasının kaba kodu (pseudo code)

<p>Girdiler: min_sup: Destek eşik değeri min_conf: Güvenilirlik eşik değeri data: Kurallar elde edilecek olan veri kümesi</p> <p>Çıktı: min_sup ve min_conf eşik değerlerini sağlayan örüntüler.</p> <p>Algoritma: Başlangıç değerleri; k = 0; C0 = 0 C0 = aday_üret(data) Ck_ = support_hesapla(C0, data) while(Ck boş değilse){ Lk = örüntü_ele(Ck, min_sup) Ck+1 = aday_üret(Lk) Ck+1 = support_hesapla(Ck+1, data) k = k + 1 } L = conf_hesapla(L, min_conf) if L >= min_conf ekle(Lkural, L) return Lkural</p>

Eldeki sık olarak bulunmuş olan örüntüler için 10. adımda güven değeri hesaplaması yapılmaktadır.

Eğer örüntülerin güven değerleri verilmiş olan min_conf değerinden yüksek ise Lkural isimli matrise kurallar kaydedilmektedir. Algoritmanın çıkışı olarak da Lkural matrisi döndürülmektedir.

4. BULGULAR

4.1. Akarsu Akımları için Bulgular

Önerilen algoritma Türkiye verisi üzerinde uygulanmıştır. Aşağıda Türkiye’de yer alan 26 akarsu havzasından 23’ü için analizlerde edilen sonuçlar gösterilmektedir. 3 havza, istenen kalite standardını sağlayan akım istasyonu verisi bulunamadığı için, analizlere dâhil edilmemiştir. Deneylerde destek eşik değeri 0.2 ve güvenilirlik eşik değeri ise 0.5 olarak alınmıştır. Yani bu eşik değerlerini sağlayan kurallar anlamlı kabul üretilmiştir.

Havza No: 1

1 no’lu havza Meriç Havzası’dır. Bu havzadan sadece bir istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Analiz sonuçları (Tablo 4.1) bu havzada akımın, bağıl nem ve yağış değerlerinin düşük ve sıcaklık değerinin yüksek olduğu durumlarda düşük olarak gerçekleştiğini göstermiştir. Ayrıca bağıl nem düşük ve sıcaklık yüksek olduğu durumda da akım düşük olarak tespit edilebilmiştir.

Tablo 4.1. 1 no’lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 101			
Nem-D	Akım-D	0.22	0.68
Yağış-D	Akım-D	0.22	0.56
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.24	0.61
Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.22	0.68

Havza No: 2

2 no’lu havza Müteferrik Marmara Suları Havzası’dır. Bu havzadan da sadece bir istasyon analizlere dâhil edilmiştir. 2 no’lu havzada (Tablo 4.2) akım değerinin düşük olması durumu, yağış değerinin düşük ve sıcaklık değerinin yüksek olduğu durumlarda gerçekleşmiştir. Ayrıca yağış değerinin düşük ve sıcaklık değerinin yüksek olduğu durumda akım değeri düşük olarak çıkmıştır.

Tablo 4.2. 2 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 211			
Yağış-D	Akım-D	0.23	0.65
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.32	0.80
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.20	0.90

Havza No: 3

3 no'lu havza Susurluk Havzası'dır. Bu havzadan yedi istasyon analizlere dâhil edilmiştir. 3 no'lu havzadaki (Tablo 4.3) kurallar genel olarak bağıl nemin düşük, yağışın düşük ve sıcaklığın yüksek olduğu durumlarda akımın düşük olduğunu göstermiştir. Bunun yanında 311 numaralı istasyon için akım değerinin orta düzeyde olması yağış değerinin orta değerde olduğunda gerçekleşmiştir.

Tablo 4.3. 3 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 302			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.23	0.74
Yağış-D	Akım-D	0.29	0.76
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.30	0.77
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.20	0.8
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.24	0.83
İstasyon No: 311			
R. Hızı-O	Akım-O	0.60	0.50
Yağış-O	Akım-O	0.21	0.57
Sıcaklık-Y	Akım-O	0.25	0.4
İstasyon No: 314			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.24	0.79
Yağış-D	Akım-D	0.28	0.76
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.32	0.86
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.20	0.86
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.23	0.9
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.90
İstasyon No: 316			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.24	0.77
Yağış-D	Akım-D	0.29	0.76
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.31	0.82
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.20	0.83
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.84

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.2	0.85
İstasyon No: 317			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.20	0.64
Yağış-D	Akım-D	0.25	0.66
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.65
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.72
İstasyon No: 321			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.2	0.68
Yağış-D	Akım-D	0.27	0.61
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.26	0.67
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.22	0.75
İstasyon No: 324			
R. Hızı-D	Akım-O	0.2	0.55
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.22	0.63
Yağış-D	Akım-D	0.28	0.63
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.67
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.20	0.65
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.66
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.22	0.68
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.20	0.67

Havza No: 5

5 no'lu havza Gediz Havzası'dır. Bu havzadan dört istasyon analizlere dâhil edilmiştir. 5 no'lu havzadaki kurallar (Tablo 4.4) diğer havzalara göre farklılık göstermektedir. Diğer havzalarda genel olarak aynı havzada yer alan istasyonlarda benzer kurallar tespit edilse de, 5 no'lu havzada incelenen dört istasyondan elde edilen sonuçlar farklıdır. 509 ve 514 numaralı istasyonlarda bağıl nem düşük, yağış düşük veya sıcaklık yüksek olduğunda akım düşük olmaktadır. Buna karşılık 518 numaralı istasyonlarda aynı parametreler için aynı durumlar gerçekleştiğinde akım orta olarak gerçekleşmektedir. Son olarak 510 no'lu istasyonda pek çok durum akımın orta düzeyde olarak değişmesine neden olmaktadır ve sonuçlar belirgin değildir.

Tablo 4.4. 5 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 509			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.28	0.79
Yağış-D	Akım-D	0.34	0.78
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.29	0.78
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.27	0.83
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.82

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.27	0.82
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.26	0.84
İstasyon No: 510			
R. Hızı-O	Akım-O	0.28	0.65
Bağıl Nem-O	Akım-O	0.20	0.73
Bağıl Nem-Y	Akım-O	0.23	0.63
Yağış-D	Akım-O	0.23	0.54
Yağış-O	Akım-O	0.23	0.77
Sıcaklık-D	Akım-O	0.25	0.63
Sıcaklık-Y	Akım-O	.20	0.54
İstasyon No: 514			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.24	0.60
Bağıl Nem-Y	Akım-O	0.23	0.63
Yağış-D	Akım-D	0.29	0.69
Sıcaklık-D	Akım-O	0.23	0.57
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.74
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.22	0.72
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.23	0.73
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.24	0.79
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.80
İstasyon No: 518			
R. Hızı-Y	Akım-O	0.2	0.66
Bağıl Nem-D	Akım-O	0.23	0.65
Yağış-D	Akım-O	0.24	0.5
Sıcaklık-Y	Akım-O	0.24	0.67
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-O	0.20	0.66
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-O	0.22	0.67
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-O	0.21	0.68

Havza No: 7

7 no'lu havza Büyük Menderes Havzası'dır. Bu havzadan üç istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzada elde edilen kurallar sayıca azdır (Tablo 4.5). 701 no'lu istasyonda düşük yağış ve yüksek sıcaklık düşük akıma neden olurken, 706 no'lu istasyonda akımın orta düzeyde olmasına neden olmuştur. 713 no'lu istasyonda ise sıcaklık düşükken akım düşük olarak gerçekleşmiştir. Görüleceği üzere 7 no'lu havza için elde edilen sonuçlar da havza bazında tutarlı değildir.

Tablo 4.5. 7 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 701			
Yağış-D	Akım-D	0 29	0.66
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.71
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.24	0.75
İstasyon No: 706			
Bağıl Nem-D	Akım-O	0 20	0.66
Yağış-D	Akım-O	0.25	0.56
Sıcaklık-Y	Akım-O	0.22	0.63
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-O	0.20	0.64
İstasyon No: 713			
Sıcaklık-D	Akım-D	0. 5	0.64

Havza No: 8

8 no'lu havza Müteferrik Batı Akdeniz Suları Havzası'dır. Bu havzadan üç istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzada bağıl nem ve yağış değerinin düşük ve sıcaklık yüksek olduğunda akım değeri düşük olarak gerçekleşmiştir (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. 8 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 808			
R. Hızı-D	Akım-D	0.26	0.74
Bağıl Nem-O	Akım-D	0.20	0.52
İstasyon No: 809			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.23	0.66
Yağış-D	Akım-D	0. 3	0.74
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.29	0.84
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.20	0.84
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.84
İstasyon No: 812			
Yağış-D	Akım-D	0.35	0.77
Sıcaklık-D	Akım-O	0.20	0. 0
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.31	0.90
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.30	0.91

Havza No: 9

9 no'lu havza Müteferrik Orta Akdeniz Suları Havzası'dır. Bu havzadan iki istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzada genel yaklaşımla benzer sonuçlar çıktığı gözlenmiştir

(Tablo 4.7). Bağıl nem değeri düşük, yağış değeri düşük ve sıcaklık değeri yüksek olduğu durumlarda akım değeri düşük olarak gerçekleşmiştir. Bunun yanında 902 no'lu istasyonda düşük sıcaklık olduğu durumda akım yüksek olmuştur.

Tablo 4.7. 9 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 902			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.20	0.71
Yağış-D	Akım-D	0.31	0.75
Sıcaklık-D	Akım-Y	0.20	0.50
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.75
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.20	0.80
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.77
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.26	0.81
İstasyon No: 912			
Yağış-D	Akım-D	0.24	0.51
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.22	0.62
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.1	0.62

Havza No: 11

11 no'lu havza Afyon Suları Kapalı Havzası'dır. Bu havzadan sadece bir istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Diğer havzalara benzer şekilde yağış, sıcaklık ve bağıl nem bu havzada da etkindir (Tablo 4.8). Düşük yağış, yüksek sıcaklık ve düşük bağıl nem, düşük akıma neden olmuştur.

Tablo 4.8. 11 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 1102			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.20	0.59
Yağış-D	Akım-D	0.25	0.68
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.27	0.71
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.20	0.83

Havza No: 12

12 no'lu havza Sakarya Havzası'dır. Bu havzadan sekiz istasyon analizlere dâhil edilmiştir. İstasyonların tamamında sıcaklık yüksekken, akım düşük olmuştur (Tablo 4.9). Dört istasyonda yağış düşükken, akım düşük olarak gerçekleşmiştir. İki istasyonda (1233, 1237) rüzgâr hızı orta düzeyken, akım düşük olmuştur. Ayrıca 1224 no'lu istasyonda rüzgâr hızı

düşükken, akım orta olmuştur. 1226 ve 1224 no'lu istasyonlarda sıcaklık düşükken, akım orta düzeyde gerçekleşmiştir. Bağıl nem parametresi ile akım arasında anlamlı ilişki bulunan tek istasyon yine 1224 no'lu istasyondur.

Tablo 4.9. 12 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 1203			
Yağış-D	Akım-D	0.20	0.56
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.23	0.61
İstasyon No: 1221			
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.23	0.62
İstasyon No: 1222			
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.27	0.74
İstasyon No: 1224			
R. Hızı-D	Akım-O	0.28	0.8
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.25	0.70
Bağıl Nem-Y	Akım-O	0.24	0.0
Yağış-O	Akım-O	0.23	0.59
Sıcaklık-D	Akım-O	0.26	0.70
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.29	0.76
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.77
İstasyon No: 1226			
Yağış-D	Akım-D	0.22	0.60
Yağış-O	Akım-O	0.21	0.5
Sıcaklık-D	Akım-O	0.24	0.64
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.6
İstasyon No: 1233			
R. Hızı-O	Akım-D	0.21	0.55
Yağış-D	Akım-D	0.21	0.59
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.29	0.77
İstasyon No: 1237			
R. Hızı-O	Akım-D	0.0	0.53
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.66
İstasyon No: 1243			
Yağış-D	Akım-D	0.21	0.54
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.27	0.72

Havza No: 13

13 no'lu havza Müteferrik Batı Karadeniz Suları Havzası'dır. Bu havzadan dört istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Yüksek sıcaklık ve düşük akım ilişkisi bu havzada da her istasyonda mevcuttur (Tablo 4.10). Bunun yanında 1302 ve 1335 no'lu istasyonlarda yağış

düşükken, akım düşük olmakta ve 1307 ve 1335 no'lu istasyonlarda ise sıcaklık düşükken, akım orta olmaktadır.

Tablo 4.10. 13 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 13 2			
Yağış-D	Akım-D	0.24	0.66
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.75
İstasyon No: 1307			
Sıcaklık-D	Akım-O	0.20	0.54
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.27	0.7
İstasyon No: 1314			
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.68
İstasyon No: 1335			
Yağış-D	Akım-D	0.20	0.62
Sıcaklık-D	Akım-O	0.20	0.50
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.63

Havza No: 14

8 no'lu havza Yeşilirmak Havzası'dır. Bu havzadan beş istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Yağışın düşükken akımın düşük olması kuralı beş istasyonda da mevcuttur (Tablo 4.11). İstasyonların üçünde ise sıcaklık yüksekken, akım düşük olmaktadır.

Tablo 4.11. 14 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 1401			
Yağış-D	Akım-D	0.20	0.57
İstasyon No: 1402			
R. Hızı-D	Akım-O	0.20	0.55
Yağış-D	Akım-D	0.23	0.62
Sıcaklık-D	Akım-O	0.23	0.60
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.22	0.55
İstasyon No: 1413			
R. Hızı-D	Akım-D	0.21	0.60
Yağış-D	Akım-D	0.27	0.72
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.24	0.62
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.20	0.85
İstasyon No: 1414			
R. Hızı-D	Akım-D	0.23	0.50
Yağış-D	Akım-D	0.20	0.54
İstasyon No: 1418			
R. Hızı-D	Akım-D	0.21	0.9
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.21	0.59

Yağış-D	Akım-D	0.27	0.77
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.24	0.61
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.20	0.84

Havza No: 15

15 no'lu havza Kızılırmak Havzası'dır. Bu havzadan üç istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzada bağıl nem ve yağış değerlerinin düşük, sıcaklık değerinin yüksek olması akım değerinin düşük olmasına sebep olmaktadır (Tablo 4.12). 1501 no'lu istasyonda sıcaklık değeri düşük olduğunda ise akım değeri orta düzeyde olmaktadır.

Tablo 4.12. 15 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 1501			
R. Hızı-D	Akım-D	0.21	0.64
R. Hızı-O	Akım-D	0.22	0.52
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.24	0.68
Yağış-D	Akım-D	0.26	0.75
Sıcaklık-D	Akım-O	0.21	0.57
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.24	0.62
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.21	0.88
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.71
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.87
İstasyon No: 1517			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.25	0.70
Yağış-D	Akım-D	0.27	0.73
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.26	0.67
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.22	0.63
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.23	0.72
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.22	0.83
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.84
İstasyon No: 1535			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.21	0.59
Yağış-D	Akım-D	0.26	0.76
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.24	0.63
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.86

Havza No: 16

16 no'lu havza Orta Anadolu Kapalı Havzası'dır. Bu havzadan iki istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzada yağışın düşük, sıcaklığın yüksek olması ve akımın düşük olmasına

sebeptir (Tablo 4.13). 1612 no'lu istasyonda ise bağıl nem yüksek ve sıcaklık düşük ve yağış orta olduğu durumda ise akım değeri orta olarak gözlenmiştir.

Tablo 4.13. 16 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 1611			
R. Hızı-D	Akım-D	0.23	0.56
Yağış-D	Akım-D	0.29	0.65
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.79
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.26	0.78
İstasyon No: 1612			
R. Hızı-O	Akım-O	0.21	0.55
Bağıl Nem-Y	Akım-O	0.21	0.60
Yağış-D	Akım-D	0.21	0.56
Yağış-O	Akım-O	0.20	0.55
Sıcaklık-D	Akım-O	0.23	0.62
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.54

Havza No: 17

17 no'lu havza Müteferrik Doğu Akdeniz Suları Havzası'dır. Bu havzadan iki istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzada yağış değeri düşük, sıcaklık değeri yüksek olduğu durumlarda akım değerinin düşük olduğu görülmüştür (Tablo 4.14). 1712 no'lu istasyonda ayrıca düşük bağıl nemde düşük akıma neden olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.14. 17 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 1712			
R. Hızı-O	Akım-D	0.25	0.53
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.28	.80
Yağış-D	Akım-D	0.30	0.79
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.3	0.81
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.26	0.92
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.26	0.89
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.87
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.24	0.94
İstasyon No: 1714			
R. Hızı-D	Akım-D	0.20	0.56
Yağış-D	Akım-D	0.34	0.69
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.30	0.87
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.30	0.8

Havza No: 18

18 no'lu havza Seyhan Havzası'dır. Bu havzadan bir istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzadaki kurallarda da (Tablo 4.15) bağıl nem ve yağış değerleri düşük, sıcaklık yüksek olduğu durumlar için akım düşük değerini almaktadır.

Tablo 4.15. 18 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 1801			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.21	0.60
Yağış-D	Akım-D	0.25	0.61
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.22	0.59
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.20	0.60
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.64

Havza No: 19

19 no'lu havza Hatay Suları Havzası'dır. Bu havzadan bir istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzada bağıl nem ve yağış orta ve sıcaklık Düşük değerini aldığı durumlar için akım değeri orta olmakta ve yağış düşük ve sıcaklık yüksek olduğu durumda da akım değeri düşük değerini almaktadır (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. 19 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 1905			
R. Hızı-D	Akım-O	0.26	0.57
Bağıl Nem-O	Akım-O	0.22	0.55
Yağış-D	Akım-D	0.31	0.67
Sıcaklık-D	Akım-O	0.22	0.59
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.29	0.76
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.76

Havza No: 20

20 no'lu havza Ceyhan Havzası'dır. Bu havzadan bir istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havza için de bağıl nem ve yağış düşük, sıcaklık yüksek değerini aldığı durumda akım da düşük değerini almaktadır (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. 20 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 2006			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.22	0.63
Yağış-D	Akım-D	0.25	0.61
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.57
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.21	0.70
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.20	0.67
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.2	0.64
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.20	0.69

Havza No: 21

21 no'lu havza Fırat-Dicle Havzası, Fırat Nehri ve Kolları'nı kapsamaktadır. Bu havzadan üç istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzadaki kurallar 2122 numaralı istasyon için yağış düşük ve sıcaklık yüksek değerini aldığı anda akım düşük değerini almaktadır. Ancak 2124 ve 2131 numaralı istasyonlardaki ön şartlar ne olursa olsun akım değeri bu değerlerden etkilenmeksizin orta değerini almaktadır (Tablo 4.18). Bu durum bu nehirde akımın çok fazla değişkenlik göstermemesi gösterilebilir.

Tablo 4.18. 21 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 2122			
Yağış-D	Akım-D	0.24	0.64
Sıcaklık-D	Akım-O	0.22	0.63
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.22	0.58
İstasyon No: 2124			
R. Hızı-D	Akım-O	0.21	0.52
Bağıl Nem-D	Akım-O	0.21	0.59
Yağış-D	Akım-O	0.22	0.58
Sıcaklık-D	Akım-O	0.22	0.58
Sıcaklık-Y	Akım-O	0.20	0.5
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-O	0.20	0.59
İstasyon No: 2131			
R. Hızı-D	Akım-O	0.21	0.65
R. Hızı-O	Akım-O	0.23	0.62
R. Hızı-Y	Akım-O	0.22	0.75
Bağıl Nem-D	Akım-O	0.28	0.72
Bağıl Nem-Y	Akım-O	0.24	0.68
Yağış-D	Akım-O	0.32	0.76
Sıcaklık-D	Akım-O	0.2	0.75
Sıcaklık-Y	Akım-O	0.26	0.73
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-O	0.25	0.71

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-O	0.24	0.71
Bağıl Nem-Y; Sıcaklık-D	Akım-O	0.21	0.72
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-O	0.24	0.73
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-O	0.23	0.72

Havza No: 22

22 no'lu havza Müteferrik Doğu Karadeniz Suları Havzası'dır. Bu havzadan dört istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzadaki kurallar diğer havzaların kurallarından daha farklı sonuçlanmaktadır. Sıcaklık düşük olduğu durumda bu havzadaki üç istasyonda akım düşük olarak gerçekleşmiştir (Tablo 4.19). Bunun yanında yağış değeri orta çıktığı durum için de akım değeri düşük çıkmıştır. Bu durum da diğer havzalardan olan farklılıklarından biridir. Bu durum akımın yıl için çoğunlukla orta düzeyde bulunmasından dolayı gerçekleşmiş olabilir.

Tablo 4.19. 22 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 2213			
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.20	0.57
İstasyon No: 2218			
R. Hızı-Y	Akım-D	0.20	0.58
Sıcaklık-D	Akım-D	0.29	0.74
Bağıl Nem-O; Sıcaklık-D	Akım-D	0.20	0.78
İstasyon No: 2232			
Sıcaklık-D	Akım-D	0.30	0.84
İstasyon No: 2233			
R. Hızı-D	Akım-D	0.20	0.54
R. Hızı-Y	Akım-D	0.26	0.75
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.24	0.78
Yağış-O	Akım-D	0.24	0.3
Sıcaklık-D	Akım-D	0.34	0.8
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-D	Akım-D	0.21	0.88

Havza No: 23

8 no'lu havza Çoruh Havzası'dır. Bu havzadan iki istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzada (Tablo 4.20) iki istasyon farklı sonuçlar vermiştir. 2323 no'lu istasyonda düşük sıcaklık olduğunda akım orta olarak gerçekleşmiştir. 2304 no'lu istasyonda ise diğer havzaların aksine bağıl nem değeri yüksek ve sıcaklık değeri düşük olduğunda akım değeri düşük olmuştur. Yağışın düşük değerini aldığı durumda da akım düşük değeri almaktadır.

Tablo 4.20. 23 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 2304			
Bağıl Nem-Y	Akım-D	0.23	0.71
Yağış-D	Akım-D	0.20	0.54
Sıcaklık-D	Akım-D	0.30	0.83
Bağıl Nem-Y; Sıcaklık-D	Akım-D	0.20	0.85
İstasyon No: 2323			
Sıcaklık-D	Akım-O	0.20	0.55

Havza No: 24

24 no'lu havza Aras Havzası'dır. Bu havzadan bir istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzada bağıl nem yüksek, rüzgâr hızı orta, yağış orta ve sıcaklık düşük değerlerini aldığı durumlarda akım değeri orta olarak görülmüştür (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. 24 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 2405			
R. Hızı-O	Akım-O	0.20	0.59
Bağıl Nem-Y	Akım-O	0.23	0.68
Yağış-O	Akım-O	0.24	0.65
Sıcaklık-D	Akım-O	0.28	0.75

Havza No: 25

8 no'lu havza Van Gölü Kapalı Havzası'dır. Bu havzadan bir istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzadaki akım değeri iklim parametrelerinin aldığı farklı değerler için sürekli ortaya çıkmıştır (Tablo 4.22).

Tablo 4.22. 25 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 2507			
R. Hızı-D	Akım-O	0.28	0.80
R. Hızı-O	Akım-O	0.27	0.77
R. Hızı-Y	Akım-O	0.20	0.75
Bağıl Nem-D	Akım-O	0.26	0.84
Bağıl Nem-O	Akım-O	0.23	0.73
Bağıl Nem-Y	Akım-O	0.28	0.76
Yağış-D	Akım-O	0.34	0.86
Yağış-O	Akım-O	0.26	0.79

Sıcaklık-D	Akım-O	0.32	0.83
Sıcaklık-Y	Akım-O	0.32	0.90
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-O	0.22	0.86
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-O	0.24	0.87
Bağıl Nem-Y; Sıcaklık-D	Akım-O	0.24	0.84
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-O	0.29	0.91
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-O	0.22	0.88

Havza No: 26

21 no'lu havza Fırat-Dicle Havzası, Dicle Nehri ve Kolları'nı kapsamaktadır. Bu havzadan üç istasyon analizlere dâhil edilmiştir. Bu havzada da bağıl nem ve yağış değerleri düşük, sıcaklık değeri yüksek olduğu durumlarda akım değeri düşük, sıcaklık değerinin düşük olduğu durumlarda ise akım değeri orta olmaktadır. Ayrıca 2603 no'lu istasyonda bağıl nem değerinin yüksek olduğu durumda da akım değeri orta olarak gözlenmiştir (Tablo 4.23).

Tablo 4.23. 26 no'lu havza için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 2603			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.30	.84
Bağıl Nem-Y	Akım-O	0.22	0.55
Yağış-D	Akım-D	0.34	0.79
Sıcaklık-D	Akım-O	0.24	0.63
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.79
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.29	0.85
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.84
Bağıl Nem-Y; Sıcaklık-D	Akım-O	0.21	0.63
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.81
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.5
İstasyon No: 2610			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.23	0.7
Yağış-D	Akım-D	0.30	0.70
Sıcaklık-D	Akım-O	0.24	0.61
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.26	0.72
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.26	0.81
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.21	0.76
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.79
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.20	0.82
İstasyon No: 2612			
Bağıl Nem-D	Akım-D	0.28	0.84
Yağış-D	Akım-D	0.34	0.85
Sıcaklık-Y	Akım-D	0.28	0.7
Bağıl Nem-D; Yağış-D	Akım-D	0.27	0.91
Bağıl Nem-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.26	0.86

Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.27	0.90
Bağıl Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Akım-D	0.25	0.93

4.2 Göl Seviyeleri için Bulgular

Aşağıda Türkiye’de yer alan 8 göl verisi için sonuçlar gösterilmektedir. Deneylerde destek eşik değeri 0.15 ve güvenilirlik eşik değeri ise 0.36 olarak alınmıştır. Yani bu eşik değerlerini sağlayan kurallar anlamlı kabul edilmiştir.

İznik Gölü

İznik Gölü analiz sonuçları Tablo 4.24’de verilmektedir. Bu gölde rüzgâr hızı orta seviyede olduğunda göl seviyesinin düşük ve orta, sıcaklığın düşük olduğunda ise su seviyesinin orta olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.24. İznik Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 17119			
R.Hızı-O	Göl Seviyesi-D	0.19	0.39
R.Hızı-O	Göl Seviyesi-O	0.17	0.36
Sıcaklık-D	Göl Seviyesi-O	0.17	0.44

Manyas Gölü

Manyas Gölü analiz sonuçları Tablo 6.27’de verilmiştir. Yağışın ve sıcaklığın düşük olduğu her iki durumda da göl seviyesinin düşük, sıcaklığın yüksek, rüzgâr hızının orta ve sıcaklığın düşük olduğunda ise su seviyesi orta olarak çıkmıştır (Tablo 4.25).

Tablo 4.25. Manyas Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 17695			
Yağış-D	Göl Seviyesi-D	0.15	0.40
Sıcaklık-Y	Göl Seviyesi-O	0.15	0.40
R.Hızı-O	Göl Seviyesi-O	0.15	0.37
R.Hızı-D	Göl Seviyesi-D	0.15	0.54
Sıcaklık-D	Göl Seviyesi-O	0.15	0.39

Uluabat Gölü

Analizi yapılan bir diğer göl ise Uluabat Gölü'dür. Bu göl için analiz sonuçları (Tablo 4.26) göl su seviyesinin sıcaklığın yüksek, yağışın düşük, rüzgâr hızının orta ve bağıl nemin düşük olduğu durumlarda düşük olarak gerçekleştiğini göstermiştir. Ayrıca yağış düşük ve sıcaklık düşük olduğu durumda da su seviyesi düşük olarak tespit edilebilmiştir. Göl su seviyesinin yüksek olduğu durumlarda çıkan kurallar ise sıcaklığın düşük ve yağışın orta olduğu durumlardır.

Tablo 4.26. Uluabat Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 17674			
Sıcaklık-Y	Göl Seviyesi-D	0.22	0.60
Yağış-D	Göl Seviyesi-D	0.21	0.57
Sıcaklık-D	Göl Seviyesi-Y	0.18	0.47
R.Hızı-O	Göl Seviyesi-D	0.18	0.48
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Göl Seviyesi-D	0.17	0.62
Nem-D	Göl Seviyesi-D	0.16	0.53
Yağış-O	Göl Seviyesi-Y	0.16	0.42

Sapanca Gölü

Sapanca Gölündeki kurallar Tablo 4.27'da verilmektedir. Sıcaklığın yüksek ve yağışın orta seviyelerde olduğu durumlarda göldeki su seviyesi orta olurken, yağışın orta olduğunda ise su seviyesinin yüksek olduğu tespit edilen kurallar arasındadır.

Tablo 4.27. Sapanca Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 17662			
Sıcaklık-Y	Göl Seviyesi-O	0.17	0.45
Yağış-D	Göl Seviyesi-O	0.16	0.46
Yağış-O	Göl Seviyesi-Y	0.16	0.42

Tuz Gölü

Analizi yapılan bir diğer göl ise Tuz Gölüdür. Bu göl için (Tablo 4.28) kurallar genel olarak nemin düşük, sıcaklığın yüksek ve yağışın düşük olduğu durumlarda göldeki su seviyesi düşük olmaktadır. Sıcaklığın düşük, nemin yüksek ve rüzgâr hızının orta olduğunda ise su

seviyesi orta olarak tespit edilmiştir. Ayrıca nemin düşük ve sıcaklığın yüksek olduğu durumda ise göl su seviyesinin düşük olması da çıkan kurallar arasındadır.

Tablo 4.28. Tuz Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 17191			
Nem-D	Göl Seviyesi-D	0.19	0.53
Sıcaklık-D	Göl Seviyesi-O	0.19	0.51
Yağış-D	Göl Seviyesi-D	0.18	0.51
Sıcaklık-Y	Göl Seviyesi-D	0.18	0.48
Nem-Y	Göl Seviyesi-O	0.18	0.51
Nem-D; Sıcaklık-Y	Göl Seviyesi-D	0.17	0.52
R.Hızı-O	Göl Seviyesi-O	0.16	0.44
Yağış-O	Göl Seviyesi-O	0.16	0.40
Nem-D; Yağış-D	Göl Seviyesi-D	0.16	0.60
Nem-O	Göl Seviyesi-Y	0.16	0.54
Nem-Y; Sıcaklık-D	Göl Seviyesi-O	0.16	0.52
Yağış-D; Sıcaklık-Y	Göl Seviyesi-D	0.15	0.59
Nem-D; Yağış-D; Sıcaklık-Y	Göl Seviyesi-D	0.15	0.59
Yağış-O	Göl Seviyesi-Y	0.15	0.37

Beyşehir Gölü

Beyşehir Gölü'ndeki kurallar Tablo 4.29'da verilmektedir. Rüzgâr hızının düşük, yağışın orta ve sıcaklığın düşük olduğu durumlarda göldeki su seviyesi düşük olmaktadır.

Tablo 4.29. Beyşehir Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 17954			
R.Hızı-D	Göl Seviyesi-D	0.20	0.62
Sıcaklık-D	Göl Seviyesi-D	0.16	0.44
Yağış-O	Göl Seviyesi-D	0.16	0.40

Van Gölü

Van gölü ise analizi yapılan bir diğer göldür. Bu göl için kurallar (Tablo 4.30) genel olarak rüzgâr hızının düşük, nemin yüksek, sıcaklığın düşük, yağışın orta ve yağışın düşük olduğu durumlarda göldeki su seviyesi düşük olmaktadır. Ayrıca nemin yüksek ve sıcaklığın düşük olduğu durum ile nemin yüksek ve rüzgâr hızının düşük olduğu durumda da su seviyesi düşük olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.30. Van Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 17780			
R.Hızı-D	Göl Seviyesi-D	0.30	0.81
Nem-Y	Göl Seviyesi-D	0.23	0.61
Sıcaklık-D	Göl Seviyesi-D	0.19	0.53
Yağış-O	Göl Seviyesi-D	0.19	0.50
Nem-Y; Sıcaklık-D	Göl Seviyesi-D	0.18	0.60
Yağış-D	Göl Seviyesi-D	0.18	0.47
Nem-Y; R.Hızı-D	Göl Seviyesi-D	0.17	0.90

Burdur Gölü

Burdur gölü ise analizi yapılan bir diğer göldür. Bu göl için kurallar (Tablo 4.31) genel olarak rüzgâr hızının düşük, nemin yüksek, yağışın düşük, sıcaklığın yüksek ve yağışın orta olduğu durumlarda göl su seviyesi yüksek olmaktadır. Ayrıca nemin yüksek ve rüzgâr hızının düşük olduğu durum ile nemin yüksek ve sıcaklığın düşük olduğu durumda da su seviyesi yüksek olarak tespit edilmiştir. Burdur gölü için çıkan kurallar arasında göl seviyesinin düşük olduğu tek kural ise rüzgâr hızının orta seviyelerde olduğu durumlardadır.

Tablo 4.31. Burdur Gölü için elde edilen klasik birliktelik örüntüleri

Ön Şart	Sonuç	Destek	Güvenilirlik
İstasyon No: 17240			
R.Hızı-D	Göl Seviyesi-Y	0.33	0.87
Nem-Y	Göl Seviyesi-Y	0.22	0.58
Yağış-D	Göl Seviyesi-Y	0.20	0.54
Sıcaklık-Y	Göl Seviyesi-Y	0.20	0.52
Yağış-O	Göl Seviyesi-Y	0.19	0.53
Sıcaklık-D	Göl Seviyesi-Y	0.17	0.48
Nem-Y; R.Hızı-D	Göl Seviyesi-Y	0.17	0.88
Nem-Y; Sıcaklık-D	Göl Seviyesi-Y	0.16	0.54
R.Hızı-O	Göl Seviyesi-D	0.16	0.52
Nem-D	Göl Seviyesi-Y	0.16	0.47

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

23 havzada ölçülen akarsu akımları için elde edilen sonuçların değerlendirmesi sonucu aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Bütün havzalar için akım üzerinde en çok etkisi olan parametre yağıştır. Havzaların neredeyse tamamında yağışın düşük olmasının düşük akıma neden olduğu tespit edilmiştir. Aynı ilişki yüksek akımlar için (yani yüksek yağışın, yüksek akıma neden olması) bu analizle tespit edilememiştir. Sıcaklık parametresi akım üzerinde etkili olan ikinci parametredir. Genel olarak sıcaklık yüksek olduğu durumlarda akım düşük, sıcaklık düşük olduğu durumda ise akım orta değerler alma eğilimi içerisinde olduğu saptanmıştır. Bağıl Nem parametresi her istasyon için kurallarda yer almış ve sıkça geçen bir parametre olmuştur. Genel olarak düşük bağıl nem düşük akım değerlerine neden olmaktadır. Rüzgâr Hızı parametresini içeren sınırlı sayıda kural bulunmaktadır. Bu kurallar genelde tutarsızdır.

8 gölde elde edilen sonuçların değerlendirmesi sonucu aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir. Bütün göl istasyonları için göl seviyesi üzerinde en çok etkisi olan parametre sıcaklıktır. Göllerin büyük bir kısmında sıcaklığın yüksek olması düşük göl seviyesine neden olduğu tespit edilmiştir. Yağış parametresi su seviyesinde etkili olan ikinci parametredir. Yağışın göllerin neredeyse tamamında düşük olmasının düşük göl su seviyesine neden olduğu tespit edilmiştir. Bağıl Nem parametresini içeren kurallarda ise genel olarak bağıl nemin düşük olduğu durumlarda göldeki su seviyesi de düşük olmaktadır. Rüzgâr Hızı ile tespit edilen eğilimler diğerlerine nazaran daha az belirgindir.

KAYNAKLAR

- AGRAWAL, R.,SRİKANT, R. Fast Algorithms for Mining Association Rule. 20th Int'l Conf. on Very Large Data Bases. Santiago, Chile. (Year)
- CRESSIE, N. A. C. Statistics for Spatial Data. New York, NY: Wiley and Sons. (1991)
- GÖKTÜRK, O. M., BOZKURT, D., SEN, Ö. L.,KARACA, M. Quality control and homogeneity of Turkish precipitation data. Hydrological Processes, 22, pp. 3210-3218. (2008)
- HAN, J.,KAMBER, M. Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann. (2001)
- IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers. Cambridge, UK: Cambridge University Press. (2007)
- . Climate Change and Water. Cambridge, UK: Cambridge University Press,. (2008)
- SHU, H., ZHU, X.,DAI, S. Mining Association Rules in Geographical Spatio-Temporal Data. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVII, pp. 225-228. (2008)
- TAN, P.-N., STEINBACH, M.,KUMAR, V. Introduction to Data Mining. Addison-Wesley Companion. (2006)
- TAN, P.-N., STEINBACH, M., KUMAR, V., POTTER, C., KLOOSTER, S.,TORREGROSA, A. Finding Spatio-Temporal Patterns in Earth Science Data. KDD Workshop on Temporal Data Mining. (Year)