

PAPER DETAILS

TITLE: Using Bayesian Network to predict the watershed land use type of Çankiri Aciçay-Tatlıçay

AUTHORS: Semih Edis,Efehan Ulas

PAGES: 212-218

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/373501>

Çankırı Acıçay-Tatlıçay Havzalarında arazi kullanım türlerinin Bayes Ağları yöntemiyle tahmin edilmesi

Semih Ediş^a, Efehan Ulaş^{b,*}

Özet: Son yıllarda küresel ısınma ve iklim değişikliğinin dereler üzerindeki rejim bozukluğunu ortaya çıkardığı uzmanlar tarafından tespit edilmiştir. Bu rejim bozuklukları dere, ırmak ve nehirlerin hidromorfolojilerinde de değişimlere sebep olarak zaman zaman sel ve taşkınların oluşmasına sebep olmaktadır. Özellikle yarı-kurak havzalarda bölge yapısının ve özelliklerinin bilinmesi muhtemel felaketleri engellemeye önemli bir faktördür. Bu çalışmanın amacı, Çankırı ilinde bulunan Tatlıçay ve Acıçay havzalarında belirlenmiş 513 noktadaki ölçümler ile derelerdeki hidromorfolojik yapının belirlenmesi, arazi kullanma türünün (AKT) hangi parametrelere göre değiştiğinin incelenmesi ve arazi yapısının tahmin edilmesidir. Bu amaçla dört farklı Bayes Ağ senaryosu belirlenmiştir. Bu senaryolarda, farklı parametreler belirlendiğinde AKT'nin yüzde kaç olasılıkla tahmin edildiği saptanmıştır. Bu sonuçlara göre en yüksek olasılıkla belirlenen AKT tipi iğne yapraklı orman olup, bu oran %97 olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Bayes ağları, Arazi kullanma türü, Rosgen dere sınıfı, Çankırı

Using Bayesian Network to predict the watershed land use type of Çankırı Acıçay-Tatlıçay

Abstract: In recent years, experts have identified that climate change and global warming affects stream flow regime. These changes cause floods and erosion in creeks, streams, rivers etc. Especially in semi-arid watersheds, the structure of the land usage type is an important factor in preventing possible disasters. The aim of this study is to determine watershed land usage type by using hydro-morphological structure of stream and some physical water quality parameters. To do so, hydro-morphological observations and some physical water quality parameters were collected from 513 different points in Acıçay and Tatlıçay watershed. For this purpose, four different Bayesian network scenarios were considered to see the changes in the type of the land use. In this scenario, the prediction probability of the watershed land usage type was determined with different parameters. In conclusion, coniferous forest was predicted with the highest probability rate of %97.

Keywords: Bayesian network, Land use type, Rosgen stream classification, Çankırı

1. Giriş

Arazi kullanma türü/razi örtüsü dinamik olarak havzalarda insan faaliyetleri ve doğal olaylar sonucu değişime açık sistemlerdir. Arazi üzerinde yapılan uzun ya da kısa süreli faaliyetler dere yataklarında sel ve taşkın olmak üzere su kalitesi üzerinde de etkili olmaktadır (Shields vd., 2006; Uriarte vd., 2011; Serengil vd., 2012; Huang vd., 2013; Yu vd., 2016). Bu gibi problemlere karşı erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesinde ve sorun çözümlerinde havzanın arazi kullanma türü büyük önem taşımaktadır. Arazi kullanma türü ile birlikte iklimsel değişimler ve bunun bir sonucu olarak yağış miktarlarındaki artış ya da azalışlar erozyon, sel ve taşkın sorunlarını farklı boyutlarda etkilemektedir. Yağışın yoğun olduğu dönemlerde kentsel havzalarda taşkın yoğun bir biçimde görülmekte iken tarım alanlarının veya çıplak toprakların yoğunlukta olduğu havzalarda bu sorun yerini erozyon ve sele bırakmaktadır.

Yarı kurak havzalarda, geniş tarım alanı yüzeylerinden ve bozuk meralardan erozyonla gelen topraklar derelerde

geçici depolanma noktalarında birikerek dere hidromorfolojisini değiştirmektedir (Gooseff vd., 2007). Dere içi sediment depolama noktalarında bulunan makrofit, vejetasyon yoğunluğu, mevsimlik bitki örtüsünün türü ve yapısı havzada yaygın olarak kullanılan arazi kullanım türleri hakkında genel bir fikir vermektedir (Harvey vd., 2003; Salehin vd., 2003).

Dere sistemleri jeolojik yapı, litolojik yapı, iklim ve topografik faktörlere göre sürekli değişen karmaşık sistemlerdir (Fogg ve Wells, 1998; Knighton, 1998). İklim, litolojik taban, erozyon, birikim ve bitki örtüsü gibi makro faktörler, tüm drenaj havzası seviyesinde ve dolayısıyla daha düşük seviyelerde (diğer bir deyişle havzanın parçaları, nehir bölümü, habitat veya mikro habitat) mikro faktörleri de kontrol etmektedir (Frissell vd., 1986; Naiman vd., 1992). Bunlar hidromorfolojik özelliklerin sistematik bir şekilde incelenmesini sağlamaktadır. Nehir sistemlerinde vadi ve toplama alanının jeomorfolojik özelliklerine göre nehir sistemlerini tanımlayan sınıflandırmalar, nehrin hidrolojik özelliklerini, rejimini, vadi tabanını, taşkın düzeyini, dere kanalının şekil ve morfolojik özelliklerini,

✉ ^a Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

^a Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Çankırı

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): ef_ulas@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 23.05.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.07.2017



Citation (Atıf): Ediş, S., Ulaş, E., 2017. Çankırı Acıçay-Tatlıçay Havzalarında arazi kullanım türlerinin bayes ağları yöntemiyle tahmin edilmesi. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 212-218.

DOI: 10.18182/tjf.315398

morfodinamik süreçleri ve bu süreçlere derenin adaptasyonunu, erozyon yoğunluğunu ve tortu birikimi gibi özelliklerini kullanmaktadır (Rosgen, 1996; Kondolf vd., 2003). Bu sebepten dolayı birçok ülke bu özellikleri dikkate alan Rosgen dere sınıflama metodunu kullanmıştır (Dodkins vd., 2005; Brown, 2009). Derenin hidromorfolojik yapısını dikkate alan Rosgen sınıflama sisteminin kullanılması ile birlikte havzaya ait arazi kullanma türünün tahmini birçok farklı yöntemlerle gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Nitekim 90'lı yılların sonunda Bayes ağları yöntemi havza yönetiminde kullanılmaya başlanmıştır. İklim değişikliğinin küresel ölçekte araştırıldığı dönemde Varis, 1997'deki araştırmasında iklim değişikliklerindeki belirsizliğin Finlandiya'daki havzalara etkisini Bayes ağları ile tahmin etmiştir. İklim değişikliği ile birlikte su kalitesi izleme çalışmalarında su kalitesinin fosfor açısından yasal sınırlara uyup uymadığının olasılığını Bayes ağları yöntemini kullanarak tahmin edilme çalışmaları yürütülmüştür (Ames vd., 2005). İklim değişikliği ve su kalitesi izleme çalışmalarının ardından Bayes ağları arazi kullanım alışkanlıklarının tahmininin yapılmasında kullanılmaya da başlanmıştır (Aalders, 2008).

Bu çalışma ile erozyon ve sel kontrolü çalışmalarında önemli etkenlerden birisi olan arazi kullanma türünün, yarı kurak alandam yer alan Acıçay-Tatlıçay havzalarında bazı hidromorfolojik dere özellikleri ile su kalitesi parametreleri dikkate alınarak grafiksel bir model olan Bayes ağları yöntemi ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çankırı Merkez ilçesinin kuzeyinde Kızılırmak havzası içinde yer alan araştırma alanı merkez ilçe ile birlikte Yapraklı ve Korgun ilçe arazilerinin bir kısmını da içine almaktadır. Konum itibarıyla, 40° 52' 11" - 40° 32' 58" kuzey enlemleri ile 33° 18' 19" - 34° 3' 43" doğu boylamları arasında olan çalışma bölgesinin toplam alanı 136883 ha'dır. Çankırı'nın kuzeybatısından gelen Tatlıçay bir kavis çizerek kenti ikiye ayırmaktadır. Kuzeydoğusundan gelen Acıçay ile Tatlıçay birleşerek Acısu adını almakta ve Kızılırmak'a karışmaktadır. Handırı ve Korgunözü çaylarının Ayan köyü yakınında birleşmesiyle oluşan Tatlıçay'ın Çankırı'nın güneyinde Acıçay ile birleşim yerine kadar olan havza Tatlıçay havzasını oluşturmaktadır (Şekil 1).

Acıçay havzası ise Yapraklı ilçesi ile İkizören ve Yüklü köylerinden Çankırı'ya ve daha güneyde Terme Çayına kadar uzanmaktadır.

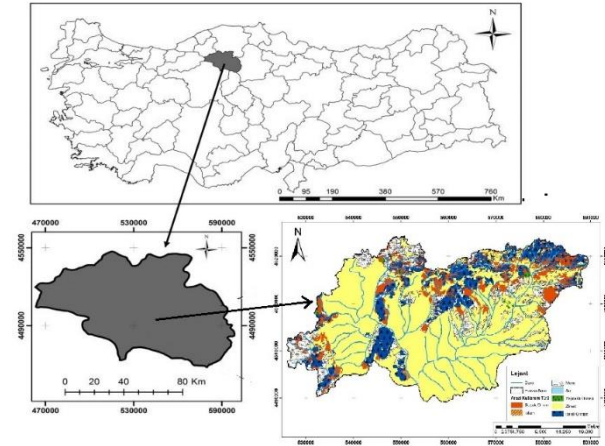
Araştırma alanı yukarı havzasında arazi kullanım türü ibrelî orman, bozuk orman ve yapraklı ormandır. Buna karşılık aşağı havzalarda ormanlık alanlar yerlerini ziraat ve mera alanlarına bırakmaktadır (Şekil 2).

Araştırma alanı ormandan step vejetasyonuna geçiş noktasında olduğu için kuzeyden güneye doğru gidildikçe alanda ormanlar yerini meralara ve tarıma bırakmaktadır. Alanda bulunan ormanların %10'u bozuk nitelikte olup, alanın sadece %14.3'ü orman niteliğini taşımaktadır. Araştırma alanının yarısından fazlasını ziraat arazi kullanım türü (%61) oluşturmaktadır (Çizelge 1).

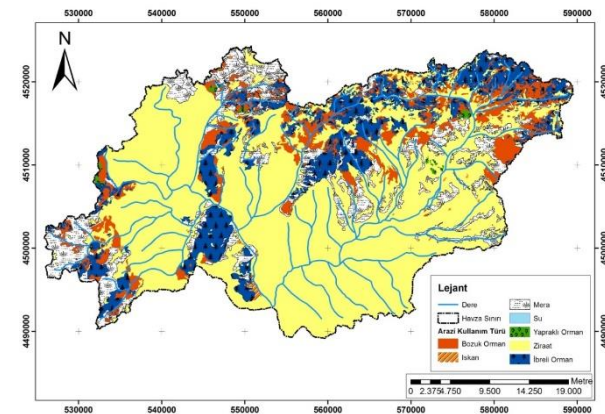
2.2. Yöntem

2.2.1. Arazi çalışmaları

Derelerin sürekliliğini kontrol etmek amacıyla Ağustos ayında ön arazi çalışması yapılmış, örnekleme noktalarının yapılacağı dereler belirlenmiştir. Ekim ve Kasım aylarında Tatlıçay ve Acıçay'ın su kalitesinin belirlenmesinde ilk adım olarak, su kalitesini etkileyebilecek noktasal ve yayılı kirletici kaynaklar dikkate alınarak sistematik bir şekilde örnekleme noktaları yapılan arazi çalışması neticesinde belirlenmiştir (Şekil 3). Belirlenen örnekleme noktalarında suyun fiziksel özelliklerinden; pH, toplam tuzluluk (mg/Lt), elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ve çözünmüş oksijen (mg/Lt), dere kanalına ait hidromorfolojik özelliklerden ise; Rosgen dere sınıfı, dere eğimi, dere tabanı materyal durumu, dere kıvrımlılığı ve dere en kesit-boy oranı belirlenmiştir. Dâhil edilen parametrelerin sınıflandırılması Çizelge 3'de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanının konumu



Şekil 2. Araştırma alanı arazi kullanım türü haritası

Çizelge 1. Araştırma alanı arazi kullanma türü alan ve dağılımları

Arazi Kullanım Türü	Alan (ha)	Alan %
Bozuk Orman	13369	9.8
İbrelî Orman	1915.2	14.0
İşkan	743	0.5
Mera	18673.1	13.6
Su	0.7	0.1
Yapraklı Orman	450	0.3
Ziraat	84378	61.7
Toplam	136766	100

2.2.2. Büro çalışmaları

Arazide etüt edilen inceleme noktaları ArcGIS 10.0 paket programında sayısallaştırılmış ve ilgili program ile araştırma alanındaki arazi kullanım durumu Çankırı ve Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğüne ait amenajman planlarından alınarak modelde kullanıma hazır hale getirilmiştir. Toplamda 513 adet örnekleme noktasına ait hidrolojik ünitelerin oluşturulmasında ise ArcGIS yazılımına ait ArcHydro eklentisi kullanılmıştır (Şekil 4).

2.2.3. Tahmin modeli (Bayes Ağları)

Arazi çalışmalarında toplanan veriler ile büro çalışmaları sırasında elde edilen veriler R istatistik programıyla modellemeye hazır hale getirilmiştir. Modelleme için seçilen Bayes ağları, grafiksel bir modelleme yöntemi olup rastgele değişkenler arasındaki bağımlı ilişkileri göstermek için kullanılmaktadır. Grafiksel olarak gösterilen bu modelleme düğümler (nodes) ve kollar (edges) oluşmaktadır. Bu yöntem mevcut tüm bilgileri kullanan uzman bir sistemdir. Bayes ağlarında düğümler rastlantı değişkenlerini, kollar ise rastlantı değişkenleri arasındaki olasılıksal bağımlılık durumlarını göstermektedir. Bayes ağları yönlü ve dönüşsüz ağlardır. Yani bir değişkenin başka bir değişken ile olan ilişkisi oklar ile gösterilmekte olup, bu oklar sadece tek yönlüdür. Ok'un yönü hangi değişkenin diğer değişken ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Murphy, 1998). Bayes ağları, düğümlerin ortak olasılık dağılımlarını inceler ve n-boyutlu değişkenler için ortak olasılık dağılımını aşağıdaki gibi çarpanlara ayırma yoluyla tanımlamaktadır (Friedman vd., 1999).

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i / P_{\alpha}(x_i))$$

Burada $x = x_1, x_2, \dots, x_n$ düğümleri, $P_{\alpha}(x_i)$ düğümlerin ailesini, x_i ve $P(x_i / P_{\alpha}(x_i))$ ise parametreleri göstermektedir.

Formülde görüldüğü gibi Bayes ağları olasılık teorisinden yararlanmaktadır (Jordan 1999). Bu teori ile koşullu olasılıklar elde edilmektedir. Ebeveynleri belirlenmiş olan değişkenler için koşullu olasılık tabloları oluşturulmaktadır. Bayes ağlarında olasılıksal çıkarsamaların yapılabilmesi için çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır. Öğrenme algoritmaları iki farklı sınıf üzerinden yapılmaktadır. Yapı öğrenme ve parametre öğrenme üzerinden yapılan bu algoritmalar, veri setinden elde edilen bilgiler kullanılarak uygulanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan verideki değişkenlerin kategorik yapıda olması, Bayes ağ kısıtlayıcı kullanılmasını gerektirmektedir. En çok kullanılan kısıtlayıcılardan birisi olan Tree Augment Naive (TAN) kısıtlayıcısı bu çalışmada kullanılmıştır. TAN algoritmasının işleyişi aşağıdaki gibidir (Çizelge 2).

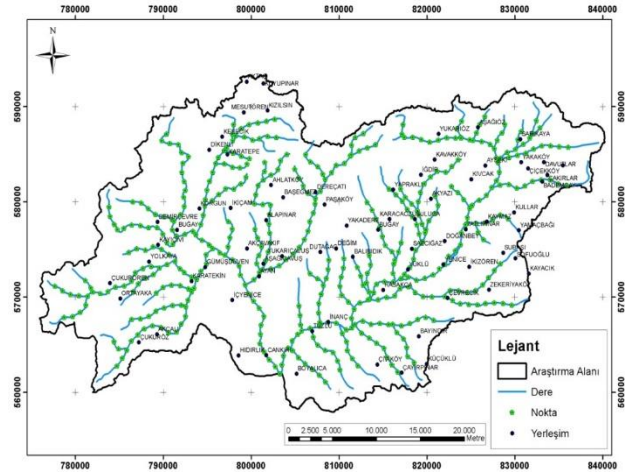
3. Bulgular ve tartışma

Yapılan çalışmada, uzman görüşleri alınarak, alan yapısına etki edebilecek 15 parametre belirlenmiştir. Veri toplama işleminden sonra yapılan istatistik analizlerde bölge yapısının oluşmasında en etkili olan 5 parametre analize dâhil edilmiştir.

Veri toplama aşamasında bazı parametreler, sürekli değişken olarak elde edilmiştir. Bu değişkenler kategorik hale getirilmiştir. Aşağıdaki tabloda kategorik hale getirilen değişkenlerin yüzdelikleri gösterilmiştir (Çizelge 4).



Şekil 3. Araştırma alanına ait bazı örnekleme ve çalışma noktaları



Şekil 4. Araştırma alanı su örnekleme ve çalışma noktaları

Çizelge 2. TAN Algoritmasının işleyişi

1. Her değişken çifti arasındaki koşullu karşılıklı bilginin hesaplanması
2. Oklar ile yönlendirilmemiş, kolların bulunduğu grafiğin oluşturulması
3. Yönlendirilmemiş, maksimum ağırlıklı kapsamlı bir ağaç oluşturulması..
4. Bir kök düğümünün seçilmesi ve kollarının kök düğümün dışına doğru yönlendirilmesi
5. Yanıt düğümündeki yayları birbirine eklenmesi
6. TAN yapısına geri dönülmesi

Belirlenen değişkenlerin alan yapısı üzerindeki etkisinin Bayes ağ yöntemi ile grafiksel olarak gösterimi Şekil 5'te gösterilmiştir. Her değişken için hazırlanan kategorik içeriğin açıklamaları Çizelge 3'te verilmiştir.

Bayes ağları kullanılarak yapılan ilk senaryoya göre tuzluluğun 3. sınıf, kıvrımlılığın 1. sınıf ve Rosgen dere tipinin A olması durumunda havzanın arazi kullanma yapısının İğne Yapraklı Orman olması olasılığı %97 olarak bulunmuştur. Ayrıca bu senaryoya göre eğimin 4. sınıf olması %96, taşlılığın 2. sınıf olma olasılığı %95 olarak bulunmuştur (Şekil 6). Sonuç olarak ormanlık alanların eğiminin yüksek olması ve buna bağlı olarak dere kıvrımlılığın az olması yapılan tahminlemeyi doğrulamaktadır.

Havzadaki tarım alanlarının tahmini için kullanılan 2. senaryoda toplam tuzluluğun 2. sınıf, Rosgen dere tipinin Da ve kıvrımlılığın 0. sınıf olması durumunda havzanın arazi kullanma yapısının tarım alanı olması olasılığı %97 olarak bulunmuştur. Ayrıca eğim sınıfının 1 olma olasılığı %90'dır (Şekil 7). Bulunan bu sonuçtaki önemli etkenlerden

birisi Rosgen sınıfının "Da" tipi olmasıdır. Çünkü Da tipi derelerde su birden fazla mikro yataktan akmakta ve yataklar arasında tarım alanlarında kullanılan gübre kaynaklı bitkiler oluşmaktadır.

Mera alanlarının tahmin edilmesi için oluşturulan 3.senaryoya göre; eğim sınıfının 1., kıvrımlılık sınıfının 0. ve Rosgen dere tipinin C sınıfı olması durumunda havzanın arazi kullanma türünün mera olma olasılığı %44 olarak bulunmuştur (Şekil 8). Veri setinin sadece %7'sinin meralardan oluştuğu göz önünde bulundurulduğunda bu olasılığın iyi bir tahmin olduğu görülebilmektedir.

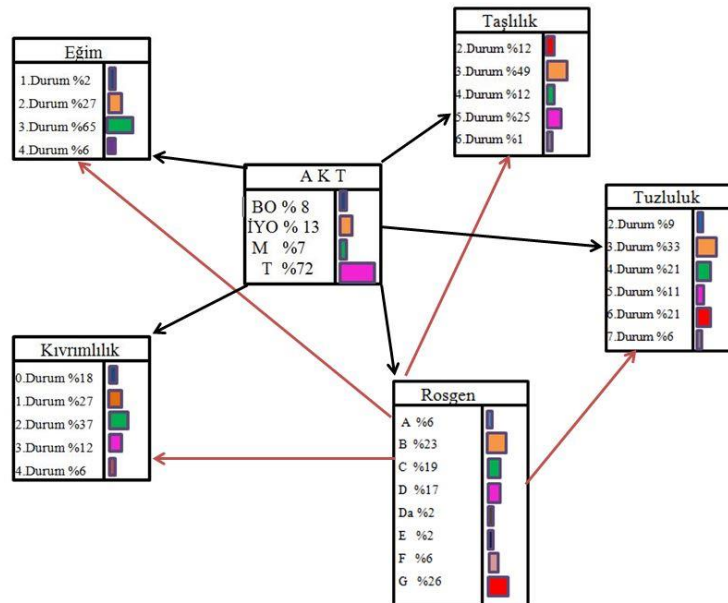
Her bir arazi kullanım türünün tahmini için oluşturulan senaryolara ilave olarak oluşturulan 4. senaryoda toplam tuzluluğun tarım alanlarının tahmindeki gücünün etkisini ortaya koymak için değişkenler içinde tuzluluk sınıfı değiştirilmiştir. Oluşturulan son senaryoya göre; 0. sınıf kıvrımlılık, Rosgen dere tipi Da ve toplam tuzluluk 3. sınıf seçildiğinde havzanın arazi kullanma yapısının tarım alanı olması olasılığı %64 olarak bulunmuştur. Ayrıca eğimin sınıf 1 olma olasılığı %79'a düşmüştür (Şekil 9).

Çizelge 3. Değişkenlerin sınıflandırılması

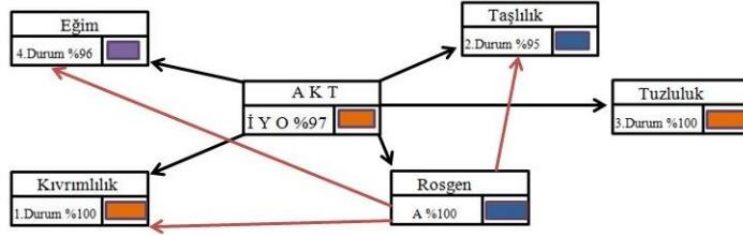
Tuz (‰)		Eğim (%)		Kıvrımlılık		Taşlılık	
Değer Aralığı	Sınıf	Değer Aralığı	Sınıf	Değer Aralığı	Sınıf	Taban Tipi	Sınıf
0-0,07	1	0- 0,005	1	0	0	Anakaya	1
0,07-0,15	2	0,005-0,02	2	0-1,05	1	Aşınmış Kaya	2
0,15-0,35	3	0,02-0,04	3	1,05-1,25	2	Kaya	3
0,35-0,65	4	>0,04	4	1,25-1,50	3	Çakıl	4
0,65-1	5			1,50	4	Kum	5
1-2	6					Silt-Kil	6
>2	7						

Çizelge 4. Kullanılan değişkenler

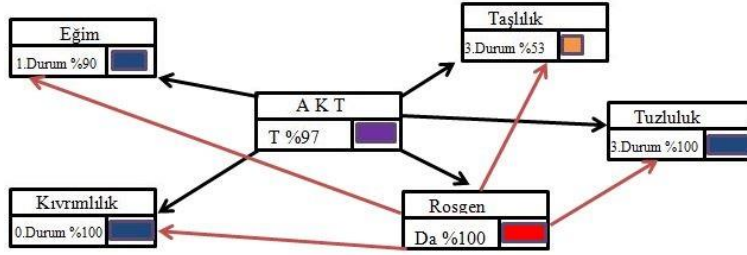
Rosgen Dere Sınıfı		Tuz (%)		Eğim (%)		Kıvrımlılık		Taşlılık	
A	%6	1	%0	1	%2	0	%18	1	%0
B	%23	2	%9	2	%27	1	%27	2	%12
C	%19	3	%33	3	%65	2	%37	3	%49
D	%17	4	%21	4	%6	3	%12	4	%12
Da	%2	5	%11			4	%6	5	%25
E	%2	6	%21					6	%1
F	%6	7	%6						
G	%26								



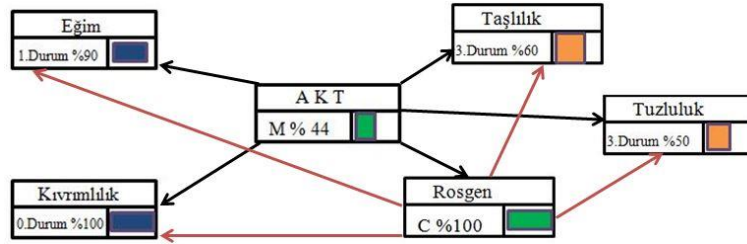
Şekil 5. Örnek bir Bayes ağ yapısı



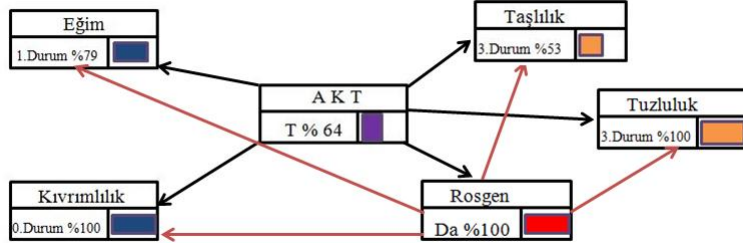
Şekil 6. Seçilen ilk durum için Bayes ağ yapısı



Şekil 7. Seçilen ikinci durum için Bayes ağ yapısı



Şekil 8. Seçilen üçüncü durum için Bayes ağ yapısı



Şekil 9. Seçilen dördüncü durum için Bayes ağ yapısı

Lenormand vd., 2015 cep telefonu kayıtlarından arazi kullanım modellerini belirlemek için işlevsel bir ağ yaklaşımı uygulanmıştır. Yapılan çalışmada çeşitli büyüklükteki İspanyol şehirleri arasında sistematik bir karşılaştırma yapılarak, büyük şehirlerdeki arazi kullanım türleri arasındaki doğrusal ilişki belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmaya benzer şekilde bölgelerdeki su kalitelerinin önemli derecede düşmesi, oluşturulan arazi türünün büyük olasılıkla yerleşim alanı olduğunu göstermektedir.

Arazi kullanımı modellenmesi, bölgedeki değişimlerin daha kolay gözlemlenebilmesi için önemlidir. Briassoulis, 2000 araştırmasında en çok tercih edilen arazi kullanımı modelleri ve teorileri üzerine geniş kapsamlı bir çalışma yapmıştır. Waddell ve Ulfarsson, 2003 çalışmalarında arazi kullanımının geleceği üzerine tahminlemeler yapmıştır. Fakat bu çalışmalarda ve diğer

arazi modelleme çalışmalarında Bayes ağları yöntemi kullanılmamıştır. Bayes ağları arazi kullanımının sınıflandırılmasında etkili sonuçlar vermiştir.

Overmars ve Verburg, 2006 arazi kullanımının belirlenmesinde istatistiksel bir model oluşturmak oluşturarak çok aşamalı bir analiz yapmıştır. Çalışmalarında, bizim bulduğumuz sonuçlara benzer olarak; her ne kadar arazi kullanımı araştırmaları, hiyerarşik yapıları açıkça gösterse de, çoğu arazi kullanım veri kümesinin yapısı ve veri kalitesi nedeniyle çok seviyeli bir yaklaşım kullanmak her zaman mümkün olmayacağını bulmuşlardır.

4. Sonuç ve öneriler

Çalışmamızda havza arazi kullanım türlerinin bazı faktörler belirlendiğinde hangi tip olacağı tespit edilmiştir. Kullanılan faktörler sırasıyla Rosgen dere tipi, tuzluluk, kıvrımlılık, taşlılık ve eğimdir. Bu faktörlerin havza arazi türünde ne gibi değişiklikler yapabileceği uygulanan 4 farklı senaryoda gösterilmiştir. Ekolojik olarak sınır değer kabul edilen %12 dere eğim sınıflarında da belirgin bir şekilde kendini göstermiştir. Nitekim Rosgen dere sınıfının A seçilerek yapılan tahminlemede eğim sınıfı çok yüksek olasılıkla 4. sınıf (>0.04) olarak bulunmuştur. Aynı zamanda tarım alanlarındaki yıllık gübreleme, ilaçlama gibi noktasal olmayan kirlilik kaynakları da toplam tuzlulukta önemli ölçüde değişikliğe sebep olmaktadır. Oluşturulan 1. ve 4. senaryoda tuzluluk miktarının 1 sınıf azaltılması ile tarım alanının tahmin edilme olasılığı %97 den %64'e düşmüştür. Arazi etüt çalışmalarında taşlılığın kolayca gözlemlenebilmesi ve diğer modellerde önemli derecede etkisinin olması, havzalarda yapılabilecek ağaçlandırma, erozyon ve sel kontrol çalışmalarında kullanılabileceğini göstermektedir.

Yapılan çalışma ile Bayes ağı yöntemi ile havzadaki hâkim arazi kullanım türlerinin belirlenmesinde, dere hidromorfolojik yapısı ve bazı su kalitesi özelliklerinin ne kadar önemli olabileceği gösterilmiştir. Sonuç olarak, Bayes ağları yöntemi, havza temelli çalışmalar ve uzun dönemli planlamalarda sel ve erozyon gibi doğal afet erken uyarı sistemlerinde değerlendirilebilir. Sonuçların ve ilişkilendirmelerin daha etkili olabilmesi için su kalitesi değerlerinin periyodik olarak ölçülmesi önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies konferansında sunulan "Determination of Watershed Land Use Type with Bayesian Network in Semi Arid Region" adlı bildiriden derlenmiştir.

Kaynaklar

Aalders, I. 2008. Modeling land-use decision behavior with Bayesian belief networks. *Ecology and Society*, 13(1).
 Ames, D.P., Neilson, B.T., Stevens, D.K., Lall, U., 2005. Using Bayesian networks to model watershed management decisions: an East Canyon Creek case study. *Journal of Hydroinformatics*, 7(4): 267-282.
 Briassoulis, H. 2000. Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches. Regional Research Institute, West Virginia University.
 Brown, L.E., Hannah, D.M., Milner, A.M. 2009. ARISE: a classification tool for Alpine River and Stream Ecosystem. *Freshwater Biology*, 54-6. London. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2008.02161.x
 Dodkins, I., Rippey, B., Harrington, T.J., Bradley, C., Chathain, B.N., Kelly-Quinn, M., McGarrigle, M., Hodge, S., Trigg, D. 2005. Developing an optimal river typology for biological elements within the Water Framework Directive. *Water Research*, 39-15. DOI:10.1016/j.watres.2005.06.008

Fogg, J., Wells, G. 1998. Stream corridor restoration: Principles, processes and practices. Federal Interagency Stream Restoration Working Group. Washington D.C.
 Friedman, N., Nachman, I., Peéer D., 1999. Learning Bayesian Network Structure from Massive Datasets: The "Sparse Candidate" Algorithm. *Proc. Fifteenth Conf. on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI)*.
 Frissell, C.A., Liss, W.J., Warren, C.E., Hurley, M.D., 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: Viewing streams in a watershed context. *Environmental Management*, 10(2):199-214. DOI:10.1007/BF01867358
 Gooseff, M.N., R.O. Hall, Jr., J.L., Tank. 2007. Relating transient storage to channel complexity in streams of varying land use in Jackson Hole, Wyoming. *Water Resour. Res.*, 43, W01417, doi:10.1029/2005WR004626.
 Harvey, J.W., Conklin, M.H., Koelsch, R.S., 2003. Predicting changes in hydrologic retention in an evolving semi-arid alluvial stream. *Advances in Water Resources*, 26: 939-950. [https://doi.org/10.1016/S0309-1708\(03\)00085-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1708(03)00085-X).
 Huang, J., Zhan, J., Yan, H., Wu, F., Deng, X., 2013. Evaluation of the impacts of land use on Water Quality: A case study in the Chaohu Lake Basin. *The Scientific World Journal*, Jul 22;2013:329187. doi: 10.1155/2013/329187
 Knighton, A.D., 1998. *Fluvial Forms and Processes: A New Perspective*, Arnold, London., 383 p., ill., tabl, pl., 15, 5 x 23, 5 cm. ISBN 0 340 66313 8.
 Kondolf, G.M., Montgomery, D.R., Piegay, H., Schmitt, L., 2003. Geomorphic Classification of Rivers and Streams. In: Kondolf, G.M., Piegay, H. *Tools in fluvial geomorphology*. London
 Lenormand, M., Picornell, M., Cantú-Ros, O. G., Louail, T., Herranz, R., Barthelemy, M., Ramasco, J.J., 2015. Comparing and modelling land use organization in cities. *Royal Society open science*, 2(12): 150449.
 Murphy, K. 1998. A brief introduction to graphical models and Bayesian networks. <http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Bayes/bnintro.html>. Earlier version appears at Murphy K. (2001) *The Bayes Net Toolbox for Matlab*, Computing Science and Statistics, 33, 2001.Naiman, R.J., Lonzarich, D.G., Beechie, T.J., Ralph, S.C. 1992. General principles of classification and the assessment of conservation potential in rivers. In: Boon, P.J., Calow, P., Pets, G.E. *River conservation and management*. New York.
 Overmars, K.P., Verburg, P.H., 2006. Multilevel modelling of land use from field to village level in the Philippines. *Agricultural Systems*, 89(2): 435-456.
 Rosgen, D., 1996. *Applied River Morphology*. Pagosa Springs.
 Salehin, M., Packman, A.I., Wörman, A., 2003. Comparison of transient storage in vegetated and unvegetated reaches of a small agricultural stream in Sweden: Seasonal variation and anthropogenic manipulation. *Adv. Water Resour.*, 26: 951-964. [https://doi.org/10.1016/S0309-1708\(03\)00084-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1708(03)00084-8)
 Serengil, Y., İnan, M., Yurtseven, İ., Kılıç, Ü., Uygur, B., 2012. Stream corridors as indicators of watershed land use: A case study in Istanbul. *Bosque*, 33(3): 345-352.

- Shields, F.D., Langendoen, E.J., Doyle, M.W., 2006. Adapting existing models to examine effects of agricultural conservation programs on stream habitat quality. *Journal of the American Water Resources Association*, 42: 25–33. doi:10.1111/j.1752-1688.2006.tb03820.x
- Uriarte, M., Yackulic, C.B., Lim, Y., Nazario, J.A.A., 2011. Influence of land use on water quality in a tropical landscape: a multi-scale analysis. *Landscape Ecology*, 26: 1151. doi:10.1007/s10980-011-9642-y
- Varis, O., 1997. Bayesian decision analysis for environmental and resource management. *Environmental Modelling & Software*, 12(2): 177-185.
- Waddell, P., Ulfarsson, G.F., 2004. Introduction to urban simulation: Design and development of operational models. In *Handbook of transport geography and spatial systems* (pp. 203-236). Emerald Group Publishing Limited.
- Yu, S., Xu, Z., Wu, W., Zuo, D., 2016. Effect of land use types on stream water quality under seasonal variation and topographic characteristics in the Wei River basin, China. *Ecological Indicators*, Volume 60, January 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.029>.