



Karar Ağacı Algoritması Kullanılarak Çin Topraklarındaki Orta Dereceli Okul Öğrencilerine İlişkin Jeo-Uzamsal Düşünme Yeteneğinin Tahmin Edilmesi

Shumin Xie ¹, Siying Zeng ², Lu Liu ³, Huimin Wei ⁴, Yanhua Xu* ⁵, Xiaoxu Lu* ⁶

Öz

Orta dereceli okul öğrencilerinin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerinin tahmin edilmesi öğretmenler için hedefe yönelik rehberlik sağlayabilir. Şimdiye kadar az sayıda bilim insanı, öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerinin tahmin edilmesine odaklanmıştır. Bu makalede, orta dereceli okul öğrencilerinin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerinin tahmin edilmesi amacıyla karar ağacı algoritmasına dayanan bir tahmin modeli oluşturularak bu boşluğu doldurmayı amaçlıyoruz. Uzamsal Düşünme Yeteneği Testi, Öğrencilerin Coğrafya Öğrenimi Durumu Anketi ve Orta Dereceli Okul Öğrencileri Motivasyon Testi kullanılarak toplam 1029 orta dereceli okul öğrencisine anket uygulanmıştır. Modelimiz, jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin dokuz etmenle tahmin edilebileceğine işaret etmektedir. Önem sırasına göre bu etmenler; coğrafya dersindeki akademik başarı, coğrafya öğrenimi stratejisi, coğrafya sınıf ortamı, cinsiyet, öğrenme inisiyatifi, öğrenme hedefleri, coğrafya öğreniminde harcanan müfredat harici zaman, benlik geliştirme dürtüsü ve coğrafya öğrenimine ilgi şeklindedir. Model doğruluk oranı %81,25'tir. Özellikle, çalışmamız jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin tahmin edilmesine yönelik ilk çalışmadır. Öğretmenlere öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerini saptamalarına ve tahmin etmelerine yardımcı olabilecek bir araç sunan çalışmamız böylelikle daha iyi eğitim planları hazırlanmasında ve müfredatta düzenlemeler yapılmasında fayda sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler

Jeo-uzamsal düşünme yeteneği
Karar ağacı
Tahmin
Model
Eğitim

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 07.12.2020
Kabul Tarihi: 30.03.2022
Elektronik Yayın Tarihi: 29.04.2022

DOI: 10.15390/EB.2022.10367

¹ Doğu Çin Öğretmen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Öğretmen Eğitimi Yüksekokulu, Çin, shuminxieedu@foxmail.com

² Doğu Çin Öğretmen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Öğretmen Eğitimi Yüksekokulu, Çin, 51204800016@stu.ecnu.edu.cn

³ Doğu Çin Öğretmen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Öğretmen Eğitimi Yüksekokulu, Çin, 51204800156@stu.ecnu.edu.cn

⁴ Doğu Çin Öğretmen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Öğretmen Eğitimi Yüksekokulu, Çin, 51204800167@stu.ecnu.edu.cn

⁵ * Sorumlu yazar: Başkent Öğretmen Üniversitesi, Kaynak Ortamı ve Turizm Yüksekokulu, Çin, yanhuaxuedu@foxmail.com

⁶ * Sorumlu yazar: Doğu Çin Öğretmen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Öğretmen Eğitimi Yüksekokulu, Çin, xxlu@geo.ecnu.edu.cn

Giriş

Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council) tarafından *Uzamsal düşünmeyi öğrenme* (Learning to think spatially) başlıklı bir rapor yayımlanmasından bu yana uzamsal düşünme, eğitim alanında sorgulanan popüler bir konu haline gelmiştir. Raporda uzamsal düşünme; uzam kavramından, temsil araçlarından ve akıl yürütme süreçlerinden oluşan bir düşünme biçimi olarak tanımlanmıştır (National Research Council, 2006). Raporda uzamsal düşünmenin; günlük hayatta, iş ortamında ve akademik başarıda önemli olduğu ve bu nedenle okullarda öğretilmesi gerektiği savunulmuştur. Bunun üzerine, giderek artan sayıda bilim insanı ve eğitimci uzamsal düşünmenin değerini araştırmaya başlamıştır. Örneğin, Garcia De la Vega (2019), hava koşullarını gözleme, yön bulma, işe gitme, seyahat ve hareket etme gibi insanların günlük faaliyetlerinde uzamsal düşünmeyi kullandıkları durumları belirtmiştir. Montello, Grossner ve Janelle (2014), jeoloji, mimari ve cerrahi gibi pek çok mesleki alanda uzamsal düşünmenin sahip olduğu önemi vurgulamıştır. Bilim insanları ayrıca uzamsal düşünmenin bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki akademik başarıya olan etkisini analiz eden ampirik çalışmalarda bulunmuşlardır (Atit, Uttal ve Stieff, 2020; Stieff vd., 2018; Uttal, Miller ve Newcombe, 2013; Wai, Lubinski ve Benbow, 2009).

Skolastik eğitim kapsamında coğrafya bilim dalı açıkça uzamsal düşünme ile ilgilenmektedir. Uzam bilimi (Hartshorne, 1958) olarak kabul edilen coğrafya, uzamsal düşünmenin geliştirilmesine yardımcıdır. Uzamsal kavramların ve bu kavramlar arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını içeren coğrafi düşünme, coğrafi kavramlardan türetilen yüksek düzeydeki korelasyonları açıklamanın yanında bu korelasyonları kuramlaştırır (Metoyer ve Bednarz, 2017). Buna ek olarak, coğrafi bilginin; uzamsal konum, uzamsal dağılım ve uzamsal ilişkiler etrafında gelişen (Catling, 1978) coğrafi düşünme ve akıl yürütmenin ürünü olduğu düşünülür (Golledge, 2002). Bundan dolayıdır ki bilim insanları, coğrafya bilim dalının öğrencilere uzamsal düşünme becerilerini öğretebileceğini ve öğretmesi gerektiğini savunmuşlardır (Anthamatten, 2010; Kim ve Bednarz, 2013; Yani, Mulyadi ve Ruhimat, 2018; Hilman ve Mainaki, 2020).

Coğrafya bilim dalı dahilinde öğretilen uzamsal düşünme türü, jeo-uzamsal düşünme olarak adlandırılır (Verma, 2015). Jeo-uzamsal düşünme, çeşitli bilgi türlerini birleştirip dönüştürmek üzere bilişsel becerilerin kullanımını içerir (Painho, Santos ve Pundt, 2010). Bunun yanı sıra jeo-uzamsal düşünme; uzamsal kavramları ve temsil araçlarını, belirli coğrafi problemlere yönelik akıl yürütme ve problemlerin çözümüne ilişkin yöntemler bulma amaçlı kullanma yeteneği olarak tanımlanır (Lobben ve Lawrence, 2015; National Research Council, 2006; Verma, 2015).

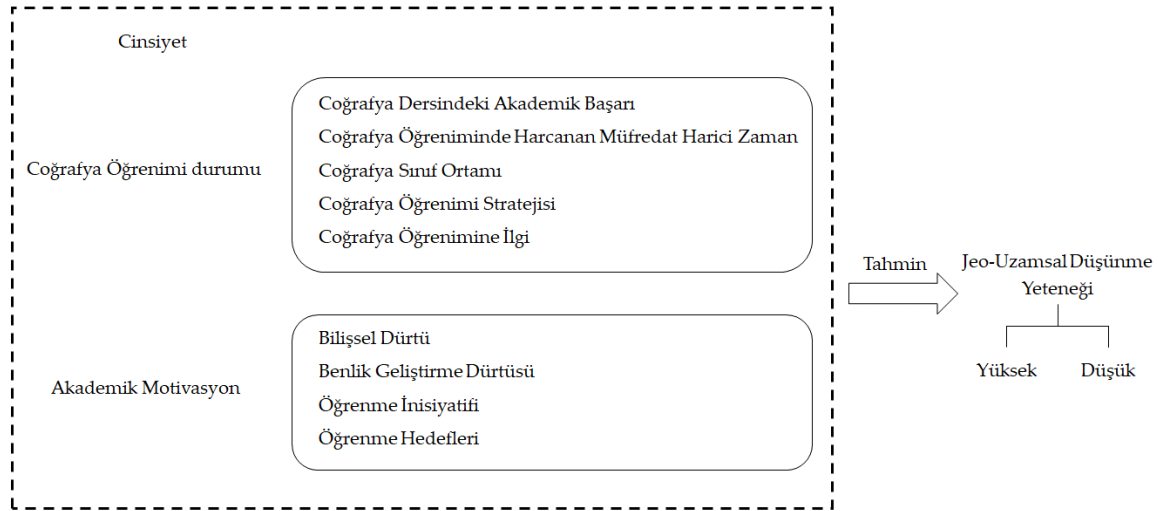
Coğrafya eğitimi literatürü çerçevesinde bilim insanları, jeo-uzamsal düşünme yeteneğine yönelik çeşitli ölçme ve değerlendirme araçları üzerinde çalışmış ve bu tür araçları geliştirmiştir. Uzamsal düşünme yeteneğinin coğrafya ya da yer bilimi bağlamında ölçümünün geçmişi Jeolojik Uzamsal Yetenek Testine (GeoSAT) dek uzanmaktadır. Bu testte öğrencilerden jeolojik haritalar ve enine kesitler hayal etmeleri ve bunları çizmeleri istenir (Kali, Orion ve Mazor, 1997). GeoSAT'ın geliştirilmesinden birkaç yıl sonra coğrafya eğitimine yönelik uzamsal düşünme testleri ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, Lee ve Bednarz (2009) tarafından geliştirilen Uzamsal Beceri Testi'nin (SST) ortaya çıkışına dek bu testlerin kalitesi doğrulanmamıştır. Uzamsal düşünme yeteneğini coğrafya ve yer bilimi bağlamında daha doğru bir şekilde ölçmek için Lee ve Bednarz (2012), SST'ye dayanan ve daha sonra pek çok akademik çalışmada da kullanılan (örn. Collins, 2018; Flynn, 2018; Tomaszewski, Vodacek, Parody ve Holt, 2015) Uzamsal Düşünme Yeteneği Testini (STAT) geliştirmiştir. Bilim insanları ayrıca jeo-uzamsal düşünme yeteneğini değerlendirme amaçlı bazı araçlar da geliştirmiştir. Örneğin, Huynh ve Sharpe (2013), esas olarak öğrencilerin coğrafi bir bağlam içerisindeki uzamsal ilişkilere ilişkin anlayışına odaklanan, jeo-uzamsal düşünmeyi değerlendirmeye yönelik bir araç geliştirmiştir.

Bununla birlikte, az sayıda çalışma insanların jeo-uzamsal düşünme yeteneklerinin tahmin edilmesine odaklanmıştır. Özellikle, öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme düzeylerinin tahmin edilmesi, coğrafya öğretmenlerine, öğrencilerine söz konusu becerileri geliştirmeleri noktasında nasıl yardımcı olabileceklerine ışık tutan etkili bir rehberlik sağlayabilir. Eğitim kurumlarının, öğrencilere çalışmalarında ve akademik başarılarında yardımcı olma noktasında ekstra çaba sarf edebileceklerini savunan Abu (2016) akademik başarıya ilişkin tahmine büyük önem vermiştir. Coğrafya öğreniminin

bileşenlerinden biri olarak jeo-uzamsal düşünme yeteneği de farklı bir durum değildir. Hangi öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin daha düşük seviyede olduğunun tahmin edilmesi ve saptanması yoluyla öğretmenler o öğrencilere daha hedefe yönelik bir rehberlik sunabilirler ve böylece öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olunabilir.

Jeo-uzamsal düşünme yeteneğine ilişkin değerlendirme ve tahmin arasındaki boşluğu doldurmak gerekmektedir. Bu nedenle şu araştırma sorusunu soruyoruz: Öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerini nasıl tahmin edebiliriz?

Jeo-uzamsal düşünme yeteneğine ilişkin tahmin unsurlarını araştırmamız gerek. İlk olarak, bilim insanları kız ve erkek öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerinin önemli ölçüde farklı olduğunu görmüştür (Shin, Milson ve Smith, 2016; Tomaszewski vd., 2015). Bu nedenle çalışmamızda cinsiyetin jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin tahmin edilmesinde faydalı olabileceği hipotezini oluşturduk (H1). İkinci olarak, kişinin coğrafi bilgiyi araştırmaya yönelik ilgisi şeklinde tanımlanan Coğrafya öğrenimine ilgi de jeo-uzamsal düşünme yeteneğine etki etme bakımından önemli bulunmuştur (Wakabayashi, 2015; Wan vd., 2017). Coğrafya öğrenimine ilginin jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin tahmin edilmesinde faydalı olabileceği hipotezini oluşturduk (H2). Üçüncü olarak, coğrafya dersinde öğrencinin aldığı notlarla tanımlanan coğrafya dersindeki akademik başarı da jeo-uzamsal düşünme yeteneği ile yakından bağlantılıdır (Wan vd., 2017). Coğrafya alanındaki akademik başarıyı jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin kilit bir tahmin unsuru olarak göz önünde bulundurduk (H3). Dördüncü olarak, uzamsal düşünme yeteneğinin coğrafya konuları hakkında bilgi edinmekle etkin hale getirilebileceğine inanılmaktadır (Yani vd., 2018), öte yandan öğrencilerin öğrenme sonuçlarını öğrenim süresi, sınıf ortamı ve öğrenme stratejisi etkilemektedir (Berberoğlu ve Demircioğlu, 2000; Chan, Wong ve Lo, 2012; Ergene, 2011). Jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin coğrafya öğreniminde harcanan müfredat harici zaman (H4), coğrafya sınıf ortamı (H5) ve coğrafya öğrenimi stratejisiyle (H6) tahmin edilebileceği hipotezini oluşturduk. Özellikle, coğrafya öğreniminde harcanan müfredat harici zaman, öğrencilerin okullardaki sınıflar dışında coğrafya çalışmalarına harcadıkları zamandır. Coğrafya sınıf ortamı, öğrencilerin derse katılımı, öğretmenlerin desteği ve sınıf disiplini de dahil öğretmenlerle öğrenciler arasındaki etkileşimin yarattığı sınıf ortamını ifade eder. Coğrafya öğrenimi stratejisi coğrafya öğreniminin verimliliğini artırmak üzere öğrenciler tarafından benimsenen bir işleme stratejisidir. Entwistle, McCune ve Walker'a (2001) göre iki temel öğrenme stratejisi vardır. Bunlardan ilki, öğrencilerin öğrenme materyallerinin anlamını kavramaya ve eski ve yeni bilgiler arasındaki ilişkiyi keşfetmeye çalıştıkları derin işlemedir. Diğeri ise öğrencilerin otomasyon, ezber ve tekrar yoluyla öğrenmesi anlamına gelen yüzeysel işlemedir. Beşinci olarak, öğrencilerin akademik öğrenime yönelik motivasyonu ve arzusu öğrenmelerine doğrudan yardımcı olan içsel bir etmendir. Ausubel, Novak ve Hanesian'a (1978) göre yüksek akademik başarı üç adet iç itici güce bağlanabilir (Shi, 1994). İlk etmen bilişsel dürtü olup bu durum öğrenmeye duyulan ilgi olarak kendini gösterir. İnsanlar meraklarını gidermek, gerçeğe ulaşmaya çalışmak ve bilgi açıklıklarını gidermek için öğrenirler. İkinci etmen; öğrencilerin, öğrenme yoluyla statülerini, saygınlıklarını veya öz saygılarını artırmayı istemelerinin ardında yatan benlik geliştirme dürtüsüdür. Üçüncü etmen ise öğrencilerin akademik başarıları dolayısıyla ebeveynlerinden ve öğretmenlerinden övgü aldıkları ve takdir gördükleri zaman ortaya çıkan bağlı dürtüdür. Bu türdeki motivasyon genellikle erken çocukluk döneminde oluşur. Orta dereceli okul öğrencileri için bilişsel dürtü ve benlik geliştirme dürtüsü onları öğrenmeye motive eden ana etmenler olup öğrenme çıktılarının şekillendirilmesinde önem arz ederler (Shi, 1994). Bu nedenle bilişsel dürtünün (H7) ve benlik geliştirme dürtüsünün (H8) jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin tahmin edilmesinde faydalı olabileceğini varsaydık. Altıncı olarak, öğrenciler öğrenmeyi ve iyi bir akademik performans göstermeyi istedikleri halde öğrenmek için gerekli inisiyatifi alma konusunda istekli olmayabilirler. Öğrenme inisiyatifi, öğrencilerin öğrenme faaliyetlerinde buldukları sırada sahip oldukları olumlu ruhsal durumu ifade eder ki bu da aktif ve istekli bir şekilde öğrenme olarak kendini gösterir (Lin, Yang ve Huang, 2004). Öğrencilerin kendilerine yönelik öğrenme gereksinimleriyle tanımlanan öğrenme hedefleri de öğrencinin akademik başarısına etki eder (Lozano, Uzquiano, Riobo, Malmierca & Blanco, 2011). Buradan hareketle öğrenme inisiyatifinin (H9) ve öğrenme hedeflerinin (H10) jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin tahmin edilmesine yardımcı olabileceği hipotezini oluşturduk. Çalışmanın kavramsal çerçevesi Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Jeo-uzamsal düşünme yeteneğine ilişkin hipotetik tahmin unsurları

Yöntem

Katılımcılar

Çalışmamız; Çin'in doğu, orta ve batı bölgelerindeki dokuz orta dereceli okul genelindeki 27 sınıfta yürütülmüştür. Tabakalı örnekleme metodunu kullanarak katılımcıları, bölgesel farklılıkları dikkate alarak Çin'in doğu, orta ve batı bölgelerinden rastgele örnekleme yoluyla seçtik. Özellikle, doğu bölgesinde Guangdong, Fujian ve Şanghay; orta bölgede İç Moğolistan, Anhui ve Jiangxi; batı bölgesinde ise Tibet, Yunnan ve Kansu eyaletlerini seçtik. Gruplar arası homojenlik ilkesi gereğince her eyalette tek bir yerel okul seçtik. Her okulda lise ikinci sınıflar arasından yüksek akademik performansa sahip, orta dereceli bir performansa sahip ve düşük performansa sahip üçer coğrafya sınıfı seçtik. Çin'de lise ikinci sınıf öğrencileri coğrafya derslerinde orta dereceli okul düzeyi için gereken coğrafya bilgisini edinmiş olurlar. Son olarak, toplamda 1199 öğrenci çalışmaya katılmayı kabul ederek anket formunu doldurdu. Katılımcıların çoğu 16 yaşında olup çok az sayıdaki katılımcı 15 veya 17 yaşındaydı. 1199 öğrencinin tamamının yanıtlarını aldık. Yalan saptama prosedüründen geçemeyen 166 anket katılımcısını ve yanıtları eksik olan 4 anket katılımcısını çalışma dışı bıraktıktan sonra son örneklem %85,82 verimlilik oranıyla 1029 öğrenciden oluşmuştur. 1029 anket katılımcısından 362'si doğu bölgesinden, 388'i orta bölgeden ve 279'u ise batı bölgesinden olup katılımcıların 331'i erkek, 698'i ise kadındı. Coğrafya dersini alan öğrenciler üniversite giriş sınavında sosyal bilimler alanlarını seçme eğilimi göstermektedir. Çin'de sosyal bilimler alanını daha çok kız öğrenciler tercih etmektedir. Bu nedenle örneklemedeki kız öğrenci sayısı erkek öğrenci sayısından fazladır.

Materyaller

Uzamsal Düşünme Yeteneği Testi

Öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerini ölçmek için Lee ve Bednarz (2012) tarafından geliştirilen Uzamsal Düşünme Yeteneği Testini (STAT) kullandık. Testte coğrafi durumlara ilişkin uzamsal düşünmenin sekiz bileşenine dayalı çoktan seçmeli sorulardan oluşan 16 madde bulunmaktadır. Her bir madde için tek bir doğru yanıt vardır. Her doğru yanıt için bir puan verilmekte olup testte alınabilecek maksimum puan 16'dır. STAT yaygın olarak kullanılmakta olup bu testin coğrafi bir bağlam içerisinde uzamsal düşünme yeteneğini ölçmek için en iyi araçlardan biri olduğu kabul edilir (Bednarz ve Lee, 2019). Çin'de Wan ve diğerleri (2017), STAT'yi Çinceye çevirmiş ve bunu orta dereceli bir okulda uygulamıştır. STAT'nin Çince versiyonunu tekrar İngilizceye çevirdiğimizde Çince testte yer alan soruların orijinal versiyondaki sorularla benzer olduklarını gördük ki bu da çevirinin orijinal anlamı bozmadığını göstermiştir. Çalışmamızda STAT'nin Cronbach alfa değeri 0,717 idi.

Öğrencilerin Coğrafya Öğrenimi Durumuna ilişkin Anket

Öğrencilerin Coğrafya Öğrenimi Durumuna ilişkin Anket, Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programına (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2015) ait, öğrencilerden kendileri, aileleri ve öğrenmeye yönelik tutumları hakkında bilgi vermelerini isteyen Öğrenci Ortak Bölüm Anketinden uyarlanmıştır. Uyarlamada her biri coğrafya bilim dalı bağlamında sorulan beş adet test konusuna (akademik başarı, müfredat harici öğrenme süresi, sınıf ortamı, öğrenme stratejisi ve öğrenme ilgisi) yer verilmiştir. Coğrafya dersindeki akademik başarı, öğrencilerin, "Genel olarak, coğrafya testlerinden aldığınız puanlar hangi aralıkta?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelenerek değerlendirilmiştir. Coğrafya öğreniminde harcanan müfredat harici zaman, öğrencilerin, "Okuldaki coğrafya derslerine ek olarak, coğrafya çalışmalarına (ev ödevi, müfredat harici özel ders veya diğer kişisel hazırlıklar dahil) haftada ne kadar vakit ayırıyorsunuz?" sorusuna verdikleri yanıtlar incelenerek ölçülmüştür. Coğrafya sınıf ortamı, "Burada bahsedilen durumlarla coğrafya derslerinizde ne sıklıkla karşılaşıyorsunuz?" sorusu da dahil 21 madde (alfa=0,894) ışığında ve "Öğrenciler, öğretmeni dinlemiyor" gibi ifadelerle verilen yanıtlar incelenerek ölçülmüştür. "Burada bahsedilen durumlar ne sıklıkla başınıza geliyor?" sorusu, coğrafya öğrenimi stratejisinin (alfa=0,753) değerlendirilmesine yönelik olup "Coğrafyanın mantığını mutlaka anlayacağım" ifadesi de dahil 11 madde içermektedir. Son olarak, "Aşağıdaki maddeler sizin gerçeğinizle bağdaşıyor mu?" sorusu coğrafya öğrenimine ilginin (alfa=0,756) değerlendirilmesine yönelik olup "Çevremdekilerle coğrafya hakkında konuşmayı seviyorum" ifadesi de dahil 11 madde içermektedir.

Orta Dereceli Okul Öğrencilerine yönelik Motivasyon Testi

Orta Dereceli Okul Öğrencilerine yönelik Motivasyon Testi (MSMT), Zheng (1994) tarafından tasarlanmıştır. Bu test, geliştirildiği tarihte 560 öğrenci üzerinde denenmiş olup test ölçeğinde %95'lik bir doğruluk oranı elde edilmiştir. Orta dereceli okul öğrencilerinin bilişsel dürtülerini, benlik geliştirme dürtülerini, öğrenme inisiyatiflerini ve öğrenme hedeflerini değerlendirmek üzere MSMT'den 20 soru kullandık. Testte, öğrencilerden verilen maddelerdeki açıklamaların gerçek durumları ile uyumlu olup olmadığını değerlendirmeleri ve "evet" ya da "hayır" yanıtlarından birini seçmeleri istenmektedir. Testte bilişsel dürtüyü değerlendiren bir madde örneği şöyledir: "Genelde ders kitaplarındaki temel düzeydeki bilgilerden öğrenebileceğim herhangi bir şey olmadığını düşünüyorum. Sadece derin kuramlar ve klasik çalışmalar ilgimi çekiyor". Benlik geliştirme dürtüsü değerlendirmesine örnek olarak, "Akademik performansımı kısa süre içinde iyileştirmeyi arzu ediyorum" ifadesi verilebilir. Öğrenme inisiyatifi değerlendirmesine örnek olarak, "Konu okuma olunca kendimi yorgun hissediyorum ve uyumak istiyorum" ifadesi gösterilebilir. Bu aynı zamanda ters nitelikte bir problemdir. Öğrenme hedeflerine ilişkin bir değerlendirme örneği ise şöyledir: "Aynı anda birden fazla öğrenme hedefine ulaşmada hep zorluk yaşıyorum". Araştırmamızda MSMT'nin Cronbach alfa değeri 0,670 idi.

Yalan Saptama Soruları

Anket katılımcılarının anketi dikkatlice yanıtlayıp yanıtlamadıklarını ve anket formunu doldururken yalan söylemeye eğilimli olup olmadıklarını saptamak üzere yalan saptama soruları kullanılmıştır. Anketimizde beş yalan saptama sorusuna yer verilmiştir. Bu sorulara bir örnek şöyledir: "Güney Amerika'daki Ushuaia üzerinden Antarktika'ya gittim". "Evet" yanıtını seçen öğrencinin yalan saptama testinde başarısız olduğu kabul edilmiştir.

Tasarım

Bu çalışma, jeo-uzamsal düşünme yeteneğine ilişkin tahmin unsurlarının ortaya çıkarılmasını amaçlayan nicel bir çalışmadır. Öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneği performanslarını ve 10 tahmin unsurunu elde etmek üzere anket yöntemini kullandık. East China Normal University Etik İnceleme Komitesine ve örnek okulların müdürlerine anket materyallerini sunarak kendilerine anket

tasarımımız hakkında bilgi verdik. Sırasıyla, araştırma etiğini ve anket gerekliliklerini görüşmek üzere toplantılar yaptılar. Kendilerinden aldığımız izin sonrasında öğrencilere bir anket uyguladık.

Anket verilerini işlemek üzere, öğrencilerin akademik performansına dair tahminde bulunmaya yardımcı olabilecek örüntülerin ortaya çıkarılması açısından faydalı olan veri madenciliği yöntemini tercih ettik (Francis ve Babu, 2019). Çok sayıda veri madenciliği yöntemi arasında Karar Ağacı, k-En Yakın Komşu, Sinir Ağı, Naïve Bayes ve Destek Vektör Makinesi yaygın olarak kullanılan ve öğrencilerin akademik performanslarını tahmin etmeye uygun kabul edilen yöntemlerdir (Ramaswami, Susnjak, Mathrani, Lim ve Garcia, 2019; Xu, Wang, Peng ve Wu, 2019).

Bu makalede üç nedenden dolayı öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerini tahmin etmede karar ağacını tercih ettik: (i) karar ağacı modeli, öğrencilerin akademik performansını ve öğrenme davranışını tahmin etmede yaygın olarak kullanılmaktadır (Asif, Merceron, Ali ve Haider, 2017; Chen vd., 2019; Hamoud, Hashim ve Awadh, 2018; Suguna, Shyamala Devi, Bagate ve Joshi, 2019), (ii) karar kuralları kolay anlaşılabilir. Daha spesifik olmak gerekirse karar ağacı analizi, eğitim örneklemi aracılığıyla sınıflandırma kuralları oluşturmuştur ve bunlar üzerinden yeni örneklem sınıflandırılabilir (Han, Kamber ve Pei, 2012). Analizin çıktısı, anlaşılması ve açıklanması kolay olan yukarıdan aşağı bir diyagramdır (Tan, Steinbach ve Kumar, 2016). Diyagramda karar ağacı bir kök düğüm ile birkaç iç düğüm ve birkaç yaprak düğümden oluşmaktadır. Kök düğüm ve iç düğüm, karşılık gelen test koşullarını (ya da sınıflandırma ölçütlerini) temsil ederken yaprak düğüm ise nihai çıktıyı temsil etmektedir. Her bir düğümün oluşturduğu ağaç yapısına göre bazı kurallara varabiliriz (Mitchell, 1997) ve (iii) karar ağacı algoritması iyi bir çoklu doğrusal bağlantı toleransına sahip olup tahmin unsurları arasındaki karmaşık ilişkiyle başa çıkabilir. Ayrıca, tahmine dayalı değişken kategorik nitelikte olduğunda sınıflandırma karar ağacı kullanılmakta olup regresyon karar ağacı ise sürekli tahmine dayalı değişkenlere uygundur (Miguéis, Freitas, Garcia ve Silva, 2018). Bu çalışmada öğrencilerin, yüksek ya da düşük olarak sınıflandırdığımız jeo-uzamsal düşünme yeteneklerini saptamayı amaçlıyoruz. Bu itibarla, tahmin modelimizi oluşturmak üzere sınıflandırma karar ağacı algoritmasını kullandık ve her bir etmenin jeo-uzamsal düşünme yeteneğine ilişkin tahminde bulunma konusundaki önemini analiz ettik.

Veri Analizi

Betimleyici istatistik analizi yapmak için SPSS 22.0, karar ağacı içinse Modeler 18.0'ı kullandık. İlk olarak, betimleyici istatistik analizi esas anlamda öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneği düzeyine ilişkin sıklık istatistikleri ile yoğunluk eğilimleri yanı sıra tahmin unsurlarını analiz etmek için uygulanmıştır. İkinci olarak, jeo-uzamsal düşünme yeteneğine yönelik tahmin modelini oluşturmak için C5.0 algoritmasıyla karar ağacı analizi yapılmıştır. C5.0 algoritmasını kullanmayı tercih ettik çünkü bu algoritma, Quinlan (1986, 1992) ve Witten, Frank ve Hall (2011) tarafından önerilen C4.5 algoritması ve ID3 algoritmasının bir uzantısı olmanın yanı sıra büyük veriye uygun ve aynı zamanda daha yüksek bir çalışma hızına ve daha iyi bir tahmin kabiliyetine sahip bir algoritmadır (Xiong, 2011).

Prosedür

Veri Kodlama

Örnekleri, sona eriş noktası %60 olmak üzere yüksek jeo-uzamsal düşünme yeteneği ve düşük jeo-uzamsal düşünme yeteneği olarak iki gruba ayırdık. Tahmin unsurlarına gelince, öğrencilerin coğrafya öğrenimi durumu, öğrenme motivasyonu ve cinsiyetine ilişkin nominal veya sürekli değişkenleri belli ölçütlere göre ikili değişkenlere (bkz. Tablo 1) dönüştürdük.

Tablo 1. Değişken kodlamaları ve betimleyici istatistikleri

Değişken	Kodlama	Sayı	Oran
Jeo-uzamsal düşünme yeteneği	0=düşük	200	%19,44
	1=yüksek	829	%80,56
Cinsiyet	0=kadın	698	%67,83
	1=erkek	331	%32,17
Coğrafya dersindeki akademik başarı	0=düşük	335	%32,56
	1=yüksek	694	%67,44
Coğrafya öğreniminde harcanan müfredat harici zaman	0=kısa	463	%45,00
	1=uzun	566	%55,00
Coğrafya sınıf ortamı	0=kötü	117	%11,37
	1=iyi	912	%88,63
Coğrafya öğrenimi stratejisi	0=yüzeysel	374	%36,35
	1=derin	655	%63,65
Coğrafya öğrenimine ilgi	0=düşük	524	%50,92
	1=yüksek	505	%49,08
Bilişsel dürtü	0=iyi	991	%96,31
	1=kötü	38	%3,69
Benlik geliştirme dürtüsü	0=iyi	609	%59,18
	1=kötü	420	%40,82
Öğrenme inisiyatifi	0=iyi	908	%88,24
	1=kötü	121	%11,76
Öğrenme hedefleri	0=düşük	635	%61,71
	1=yüksek	394	%38,29

Karar Ağacının Oluşturulması

Karar ağacını oluştururken en iyi dal değişkenini ve segmentasyon eşliğini belirlemek için enformasyon entropisinin azalan hızından yararlanılmıştır. Enformasyon entropisi bir veri kümesinin katkı derecesini temsil eder ve Mitchell (1997) temelinde şu şekilde tanımlanır:

$$Entropy(D) = -\sum_{k=1}^m P_k \log_2 P_k \quad (1)$$

D, m örneklem boyutuna sahip bir eğitim veri kümesi olup P_k ise her bir örneklem sınıfının olasılığını ifade eder. Farklı sınıflandırma yöntemleri altında veri kümelerine ilişkin enformasyon entropisi farkını ölçmek için enformasyon kazancı oranı kullanılmaktadır. Veri kümesi D'yi n alt kümeye bölmek için C değişkenini seçersek bu durumda enformasyon kazancı oranı Quinlan (1996) temelinde şu şekilde tanımlanır:

$$Gain\ ratio(D, C) = \frac{Entropy(D) - Entropy(D|C)}{Entropy(C)} \quad (2)$$

C5.0 algoritması en yüksek enformasyon kazancı oranına sahip niteliği ayırma noktası olarak seçer, bu niteliğin değerine göre birkaç dal oluşturur ve birtakım alt kümeler elde eder. Verilerin tümevarımsal sınıflandırmasını gerçekleştirmek üzere bu seçim süreci, nihai alt küme yalnızca aynı kategoriye ait verileri içerene dek tekrarlanır (Che, Liu, Rasheed ve Tao, 2011).

Karar Ağacının Budanması

C5.0 algoritması, yaprak düğümlerinden yaprakları katman katman budamak için sonradan budama yöntemini kullanır. Karar ağacının oluşturulması sonrasında, eğitilen karar ağacı modeline göre veri kümesi, ağacın her bir yaprak düğümü açısından yinelemeli bir nitelikteydi. Yapraklı ve yapraksız veri kümesinin ortalama karesel hatası hesaplanmıştır. Ortalama karesel hata budama sonrasında azaldığında düğüm sona erdirilmiştir; aksi durumda ise korunmuştur (Quinlan, 2019).

Karar Ağacının Değerlendirilmesi

Örneklem verilerinin %80'ini (n = 821) eğitim verisi olarak, geri kalan %20'sini (n = 208) ise test verisi olarak aldık. Eğitim verisiyle oluşturulan modelin yeni veriler için uygun olup olmadığı test verisi ile gösterilmiştir. Model kalitesi; doğruluk, kesinlik ve duyarlılığa dayalı olarak değerlendirilmiştir (Han vd., 2019). Doğruluk, doğru şekilde sınıflandırılmış örneklerin toplam örneklem boyutuna oranını ifade eder. Kesinlik, pozitif tahmine sahip kaç örneğin gerçek pozitif örnekler olduğunu belirterek tahmin sonuçlarını ifade eder. Duyarlılık, fiili örneklem için geçerli olup örneklemdeki kaç pozitif örneğin doğru şekilde tahmin edildiğini gösterir.

Sınıflandırmayı, doğru pozitif oran (TPR) ve yanlış pozitif oran (FPR) olmak üzere iki ek göstergeye dayalı olarak değerlendirdik (Xiong, 2011). TPR, doğru şekilde tahmin edilmiş pozitif örneklerin toplam pozitif örnek sayısına oranıdır; matematiksel ifadesi ise duyarlılık prosedürüyle benzerdir. FPR ise yanlışlıkla pozitif örnekler olarak tahmin edilen negatif örneklerin toplam negatif örnek sayısına oranıdır. TPR'yi Y eksenini, FPR'yi ise X eksenini olarak aldığımızda alıcı işletim karakteristiği (ROC) eğrisi elde edilmiştir. ROC eğrisinin altındaki daha geniş bir alan (AUC) daha doğru bir sınıflandırmaya karşılık gelir (Fawcett, 2006).

Bulgular

Betimleyici istatistikler

Betimleyici istatistikler Tablo 2'de özetlenmiştir. Tahmin hedefi olan öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yetenekleri iyi durumdadır. Jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin ortalama değeri (2,914'lük bir standart sapmayla) 11,67'dir ki bu da tam puanın %60'ından yüksektir. Bu durum çoğu öğrencinin yüksek jeo-uzamsal düşünme yeteneğine sahip olduğu anlamına gelir. Ardından, tam puanın %60'ının üzerinde puanlara sahip olan örneklere 1 değerini ve diğer tüm örneklere ise 0 değerini vererek her bir değişkeni kodladık.

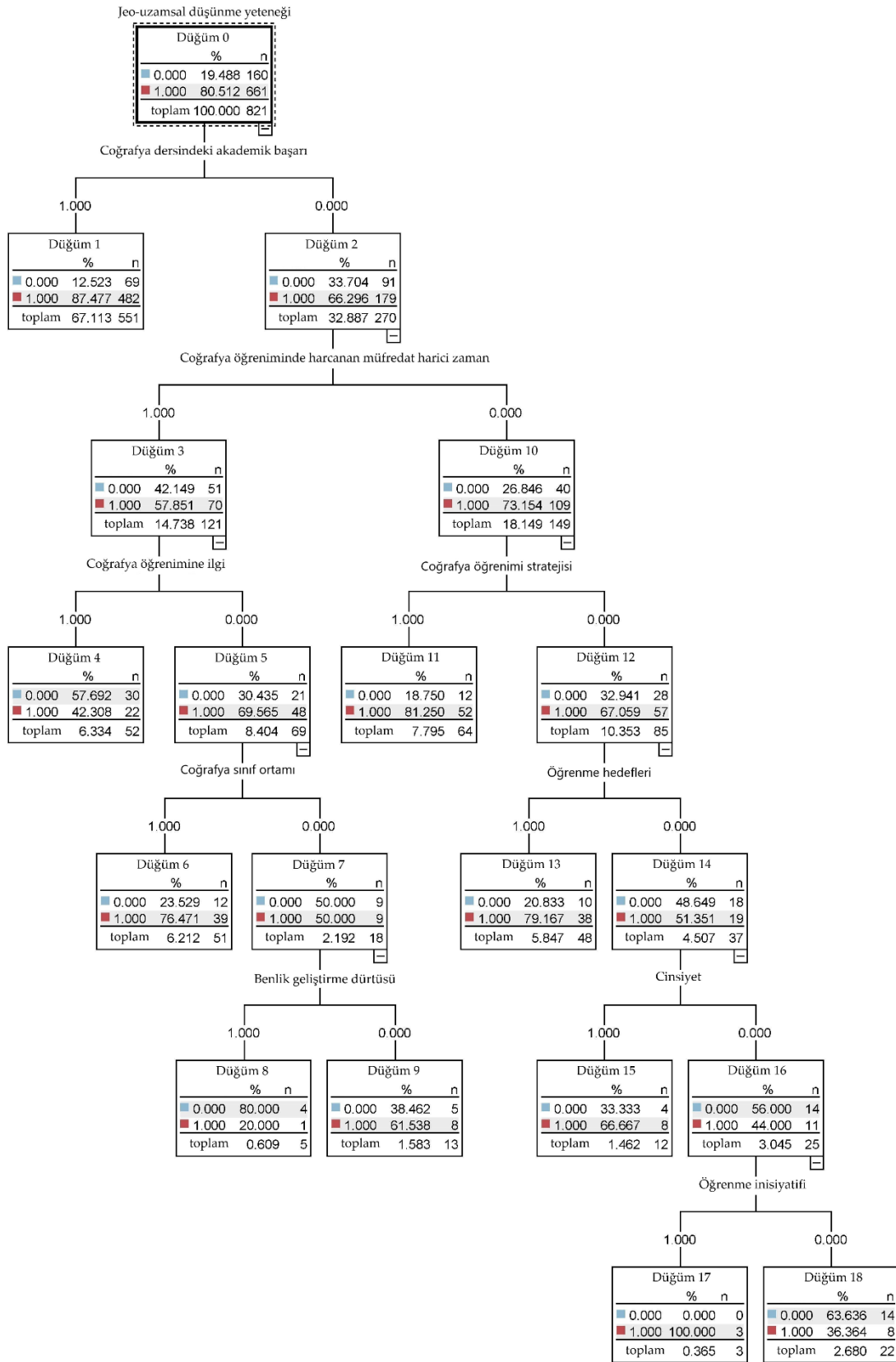
Tablo 2. Betimleyici istatistikler

Değişken	Tam puan	Ortalama değer	Standart sapma	Tam puanın %60'ı
Jeo-uzamsal düşünme yeteneği	16	11,67	2,914	9,6
Coğrafya dersindeki akademik başarı	6	3,04	1,026	*
Coğrafya öğreniminde harcanan müfredat harici zaman	5	2,78	1,006	3
Coğrafya sınıf ortamı	105	75,85	11,340	63
Coğrafya öğrenimi stratejisi	55	34,75	5,959	33
Coğrafya öğrenimine ilgi	55	32,60	5,467	33
Bilişsel dürtü	5	0,82	0,845	3
Benlik geliştirme dürtüsü	5	2,22	1,153	3
Öğrenme inisiyatifi	5	0,83	1,236	3
Öğrenme hedefleri	5	2,01	1,458	3

*Öğrencilerin coğrafya dersindeki akademik başarılarının incelenmesinde; genelde coğrafya sınav puanlarının 100 üzerinden 60'ın üzerinde olduğunu bildiren öğrenciler coğrafya dersinde yüksek akademik başarıya sahip kabul edilmiştir ve söz konusu öğrencilere 1 değeri verilmiştir.

Jeo-Uzamsal Düşünme Yeteneğini Tahmin Eden Model

Jeo-uzamsal düşünme yeteneğini tahmin eden karar ağacı modeli Şekil 2'de gösterilmiştir. Modelde yer alan tahmin kuralları aşağıdaki gibidir.

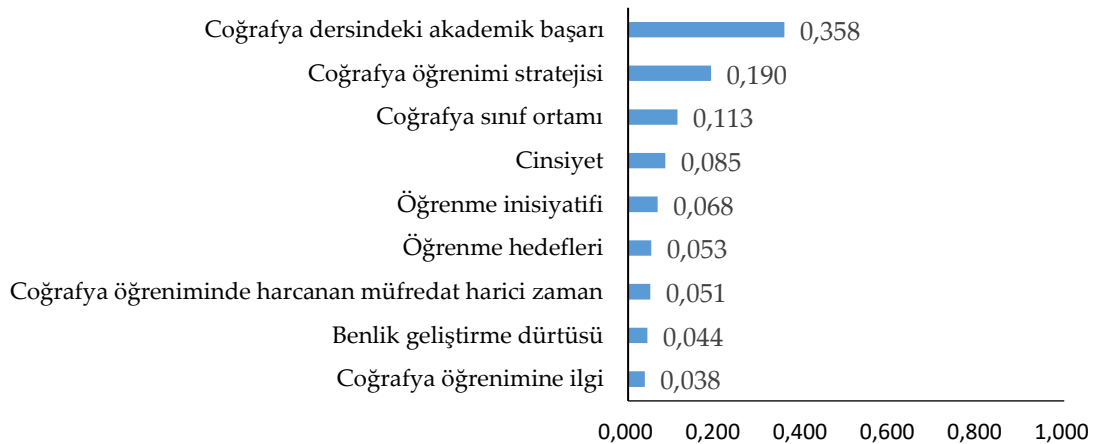


Şekil 2. Jeo-uzamsal düşünme yeteneğine yönelik tahmin modeli

Coğrafya dersindeki akademik başarı, jeo-uzamsal düşünme yeteneğine ilişkin tahminde bulunan ilk değişkendir. Coğrafya dersinde yüksek başarıya sahip olan öğrenciler, %87,47'lik bir doğruluk oranıyla yüksek jeo-uzamsal düşünme yeteneğine sahip olarak değerlendirilmiştir. Düşük coğrafya dersi akademik başarısına sahip öğrenciler, müfredat harici coğrafya öğrenme süresi kapsamında iki dala göre tahmin edilmiştir.

Müfredat harici coğrafya öğrenme süresi, jeo-uzamsal düşünme yeteneğine ilişkin tahminde bulunan ikinci değişkendir. Coğrafya öğrenmeye çokça müfredat harici zaman harcayan öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerinin tahmin edilmesinde üç değişken yardımcı olmuştur. İlk olarak, coğrafya öğrenmeye yüksek düzeyde ilgisi olan öğrenciler düşük jeo-uzamsal düşünme yeteneğine sahip olarak (%57,69) değerlendirilirken coğrafya öğrenmeye düşük düzeyde ilgisi olanlar ise coğrafya sınıf ortamına göre ayrıca değerlendirilmiştir. İkinci olarak, sınıf ortamının iyi olduğu bir durumda öğrenciler yüksek jeo-uzamsal düşünme yeteneğine sahip olarak (%76,47) sınıflandırılmıştır. Diğer türlü, yüksek jeo-uzamsal düşünme yeteneğine sahip (%61,54) bireyler olarak değerlendirilebilmeleri için öğrencilerin iyi düzeyde bir benlik geliştirme dürtüsüne sahip olmaları gerekiyordu. Coğrafya öğrenmeye müfredat harici az zaman harcayan öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerinin tahmin edilmesinde dört değişken benimsenmiştir. İlk olarak, derin bir öğrenme stratejisine sahip olan öğrenciler yüksek jeo-uzamsal düşünme yeteneğine sahip olarak (%81,25) sınıflandırılırken yüzeysel öğrenme stratejileri kullanan öğrenciler için başka değerlendirmeler gerekiyordu. İkinci olarak, kendilerine hürs gerektiren ya da daha zorlu öğrenme hedefleri koyan öğrenciler yüksek jeo-uzamsal düşünme yeteneğine sahip (%79,17) gruba dahil edilmiştir. Öğrencilerin öğrenme hedefleri görece düşük bir düzeyde olduğunda erkek öğrenciler, yüksek jeo-uzamsal düşünme yeteneğine sahip olarak (%66,67) sınıflandırılırken kız öğrencilerde ise düşük öğrenme inisiyatifine sahip olanlar yüksek jeo-uzamsal düşünme yeteneğine sahip olarak (%100) değerlendirilmiştir.

Modeldeki değişkenlerin, tahmine olan katkıyı yansıtan önemi Şekil 3'te gösterilmiştir. Tüm tahmin unsurları arasında coğrafya dersi akademik başarısı en önemlisidir. Coğrafya öğrenimi stratejisi önem sırasına göre ikinci sırada yer alırken bu unsuru coğrafya sınıf ortamı izlemiştir. Cinsiyet, öğrenme inisiyatifi, öğrenme hedefleri, coğrafya öğreniminde harcanan müfredat harici zaman, benlik geliştirme dürtüsü ve coğrafya öğrenimine ilgi ise daha az önemli bulunmuştur. Bu değişkenlerin jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin tahmin edilmesi sürecinde bilişsel dürtüye göre daha doğru olduğu önemli bir nokta olmakla beraber bu durum modelde gözükmemektedir.



Şekil 3. Önem sırasına göre tahmin unsuru değişkenleri

Tahmin Modelinin Değerlendirilmesi

Karışıklık matrisi ve sınıflandırma doğruluğu sırasıyla Tablo 3 ve Tablo 4'te sunulmuştur. Test veri kümesi için model doğruluğu %81,25'tir. Kesinliğin ve duyarlılığın tanımına göre test veri kümesine dair modelin kesinliği %84,49 oranındayken test veri kümesine dair modelin duyarlılığı ise %94,05 oranındadır.

Tablo 3. Karışıklık matrisi

		Tahmine konu sınıf	
		düşük	yüksek
Eğitim verisinin gerçek sınıfı	düşük	48	112
	yüksek	31	630
Test verisinin gerçek sınıfı	düşük	11	29
	yüksek	10	158

* Doğruluk, doğru şekilde sınıflandırılmış örneklerin toplam örnek sayısına oranını ifade eder. Böylece, doğruluk = $(11+158)/(11+29+10+158)$.

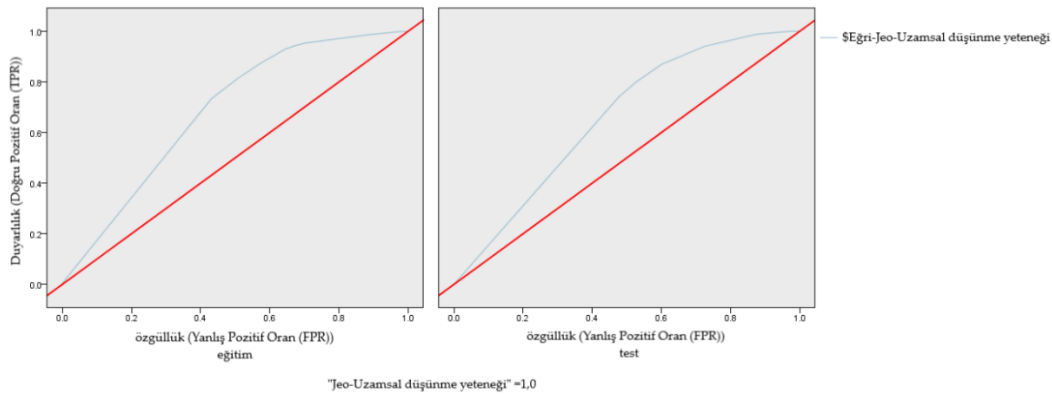
* Kesinlik, gerçek pozitif örnekler niteliğindeki pozitif tahmine sahip örneklerin oranını ifade eder. Böylece, kesinlik = $158/(29+158)$.

* Duyarlılık, örneklemdaki doğru şekilde tahmin edilmiş pozitif örneklerin oranını ifade eder. Böylece, duyarlılık = $158/(10+158)$.

Tablo 4. Sınıflandırma doğruluğu

		Sayı	Oran
Eğitim verisi	Doğru	678	%82,58
	Yanlış	143	%17,42
	Toplam	821	
Test verisi	Doğru	169	%81,25
	Yanlış	39	%18,75
	Toplam	208	

Karar ağacı için ROC eğrisi Şekil 4'te gösterilmiştir. AUC değeri, modelin doğrudan çıktısıdır. Bu sınıflandırmada eğitim veri kümesinin AUC değeri 0,684, test veri kümesinin AUC değeri ise 0,657'dir.

**Şekil 4.** Karar ağacı için ROC eğrisi

Tartışma

C5.0 algoritmasına sahip bir karar ağacı kullanarak jeo-uzamsal düşünme yeteneğini tahmin etmeye yönelik dokuz etmenli bir model oluşturduk ve bu etmenlerin katkısını değerlendirdik. Bu makaledeki tüm bulgular, literatürden ve ilgili veri analizinden elde edilmiştir.

İlk olarak, sonuçlarımıza göre model, öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerini etkili bir şekilde tahmin edebilmektedir. Modelin doğruluk, kesinlik ve duyarlılık değerlerinin tümü %80'in üzerinde olup iyi bir sonuca işaret etmektedir. Fawcett'e (2006) göre, modelimizin jeo-uzamsal düşünme yeteneğini tahmin etmeye yönelik AUC değeri 0,657'dir ve bu değer 0,5'ten büyük olması modelin rastgele bir tahminden daha doğru olduğunu göstermektedir.

İkinci olarak, coğrafya dersindeki akademik başarı, modelimizin seçtiği dokuz değişken arasındaki en önemli tahmin unsurudur. Bu bilgi, Wan ve diğerleri (2017) tarafından yapılan ve öğrencilerin coğrafya konusundaki akademik performansının jeo-uzamsal düşünme yetenekleri üzerinde büyük ve istikrarlı bir tahmin etkisine sahip olduğunun ortaya konulduğu araştırma çalışmasıyla tutarlılık arz etmektedir. Coğrafya öğreniminin uzamsal doğası dikkate alındığında coğrafya alanındaki akademik başarı ile jeo-uzamsal düşünme yeteneği arasındaki yakın ilişkiyi anlayabiliriz. Coğrafya öğrenimi, öğrencilerin bölge, uzam ve çevre kavramlarını anlamalarına yardımcı olabileceği gibi uzamsal ilişkilerin mantığını kavramalarına da yardımcı olabilir (Aliman, Budijanto, Sumarmi, Astina & Arif, 2019; Metoyer ve Bednarz, 2017). Jeo-uzamsal düşünme, problem çözmede uzamsal bilginin kullanılması süreciyle geliştirilir (Gauvain, 1993). Bu nedenle, öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerini tahmin etme konusunda coğrafya öğrenimindeki başarılarının önemli bir etmen olduğunu düşünmek makul olacaktır.

Üçüncü olarak, coğrafya öğrenimi stratejisi tahmin modelindeki ikinci en önemli etmendir. Derin stratejiler ve yüzeysel stratejiler benimseyen öğrencilerin farklı başarılarla sonuçlanan farklı öğrenme yolları vardır (Caballo ve Esteban, 1988; Jung, 2015; Yip, 2013). Derin bir öğrenme stratejisi kullanan öğrenciler bilgiyi azami ölçüde anlama ve yansıtma eğilimi göstermektedir (Chan vd., 2012). Bu öğrenciler sadece bilgiyi ezberlemektense coğrafi olguların oluşum ve gelişimi arasındaki mantıksal bağlantıya daha fazla dikkat etmekte olup dolayısıyla jeo-uzamsal düşünme yetenekleri daha gelişmiş olma eğilimindedir. Bu nedenle, öğrencilerin öğrenme stratejilerinin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerinin habercisi olduğu durumlar mevcuttur.

Dördüncü olarak, coğrafya sınıf ortamı üçüncü en önemli etmendir. Düzenli bir sınıf ortamının etkin bir eğitim ve öğrenim için gerekli bir koşul olduğu önceki çalışmalarda ortaya konmuştur (Gaskins, Herres ve Kobak, 2012). Diğer taraftan, kaotik bir sınıf ortamı ise eğitim kalitesini (Borg, Riding ve Falzon, 1991) ve öğrenme çıktılarını (Infantino ve Little, 2005; Pianta, Belsky, Vandergrift, Houts ve Morrison, 2008) etkilemektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar önceki çalışmaların bulgularını desteklemektedir (örn. Borg vd., 1991). Coğrafya sınıfı, öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme eğitimi aldığı ana yerdir. Sınıfta düzen olduğunda ve öğretmenler yeterli derecede rehberlik ve vaktinde geri bildirim sağladıklarında öğrenciler, jeo-uzamsal düşünme becerilerini daha iyi öğrenebilir ve hatalarını zamanında düzeltebilirler. Bu nedenle, coğrafya sınıf ortamı jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin tahmin edilme sürecinde görece önemli bir etmendir.

Beşinci olarak, bilişsel dürtüye tahmin modelinde bir değişken olarak yer verilmemiştir ki bu da bilişsel dürtünün jeo-uzamsal düşünme yeteneğine yönelik az miktarda bir tahmin gücüne sahip olduğuna işaret etmektedir. Kuramsal açıdan bakıldığında bilişsel dürtü, öğrencileri bilgi edinmeye yönelten doğrudan içsel bir motivasyon olup aynı zamanda öğrenme sonuçlarının oluşturulmasındaki temel etmendir (Shi, 1994). Çalışmalar ayrıca öğrencilerin içsel motivasyonu ile akademik performansları arasında pozitif bir korelasyon olduğunu göstermiştir (Areepattamannil, Freeman ve Klinger, 2011; Guo ve Cao, 2019; Zhang ve Shen, 2005; Zhu, Han, Qian, Shi ve Yuan, 1987). Dolayısıyla bilişsel dürtü, jeo-uzamsal düşünme yeteneği açısından önemli bir etmen olmasına karşın gösterge niteliği taşımamaktadır.

Sınırlamalar ve Geleceğe Yönelik Öneriler

Bu çalışmada, belirtilmesi gereken üç sınırlama bulunmaktadır. İlk olarak, bu araştırma enine kesit çalışması niteliğinde olup jeo-uzamsal düşünme yeteneğine ilişkin belirli bir zamanda tahminde bulunma durumunu yansıtmaktadır. İkinci olarak, örneklemimiz (n = 1029) Çin'in farklı bölgelerindeki 27 sınıftan rastgele seçilmiş olup istatistiksel olarak genelleştirilebilir. Bununla birlikte, tahmin modelinin sağlamlığının başka alanlarda test edilmesi gerekmektedir. Üçüncü olarak, bu çalışmada yer verilen ve jeo-uzamsal düşünme yeteneğine etki eden etmenler sınırlı niteliktedir. Öte yandan, jeo-uzamsal düşünme yeteneğine etki eden mekanizmaların bazıları öyle karmaşıktır ki ortaya konamamış olabilirler (Ishikawa, 2013; Lee ve Bednarz, 2012; Lobben ve Lawrence, 2015). Bu nedenle, tahmin modelimizde ilave iyileştirmeler yapılmalıdır. Bununla beraber mevcut çalışma, jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin tahmin edilmesine yönelik yeni bir yol sunmaktadır. Gelecekte, örneklem boyutunu ve çeşitliliğini artırarak ve başka farklı tahmin unsurları ekleyerek dinamik izleme yoluyla tahmin modelini geliştirebiliriz.

Sonuç

C5.0 algoritmasına sahip karar ağacına dayalı olarak jeo-uzamsal düşünme yeteneğine ilişkin tahminde bulunan dokuz etmenli bir model oluşturduk. Sonuçlar; modelimizin, öğrencilerin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerini %81,25'lik bir doğruluk oranıyla tahmin edebildiğini göstermektedir. Aynı zamanda modelimizde jeo-uzamsal düşünme yeteneğine ilişkin üç en önemli tahmin unsuru da ortaya konmuş olup bunlar coğrafya dersindeki akademik başarı, coğrafya öğrenimi stratejisi ve coğrafya sınıf ortamıdır. Ayrıca, cinsiyet, öğrenme inisiyatifi, öğrenme hedefleri, coğrafya öğreniminde harcanan müfredat harici zaman, benlik geliştirme dürtüsü ve coğrafya öğrenimine ilgi de daha düşük bir düzeyde olsa da jeo-uzamsal düşünme yeteneğinin tahmin edilmesinde faydalı olabilir.

Coğrafya Öğretmenlerine Yönelik Öneriler

Çalışmamızın sonuçlarından yola çıkarak coğrafya öğretmenlerine bir dizi öneri sunmak isteriz. İlk olarak, coğrafya öğretmenleri öğrencilerin coğrafya dersindeki akademik başarılarına ve uzamsal bilgi edinimlerine karşı duyarlı olmalıdırlar. İkinci olarak, öğretmenler, öğrencileri etkin öğrenme stratejileri benimsemeye teşvik etmelidirler. Özellikle, jeo-uzamsal teknolojiyi tanıtarak, öğrencileri coğrafi ilkeler üzerine düşünmeye teşvik ederek ve yeni coğrafi bilgilerin halihazırda var olan bilgi ve deneyimlerle birleştirilmesini teşvik ederek öğrencilerini, sorgulama yoluyla coğrafi problemler hakkında derinlemesine düşünmeye teşvik edebilirler. Üçüncü olarak, öğretmenler sınıf ortamlarına önem vermelidirler. Bu anlamda kendilerine coğrafya derslerinde sınıf düzenini sağlayarak ve öğrencilere zamanında ve yeterli düzeyde rehberlik sunarak iyi bir eğitim ortamı oluşturmalarını öneririz. Dördüncü olarak, öğretmenler; öğrencilerinin öğrenme motivasyonlarına, coğrafya öğrenmek için müfredat harici ayırdıkları zamana ve coğrafya öğrenmeyle ne kadar ilgili olduklarına dikkat etmelidirler. Herhangi bir olumsuz durumda öğretmenler gecikmeden müdahalede bulunarak öğrencilere yol göstermelidirler. Önemli bir diğer nokta da öğrencilere, karşılaştıkları coğrafi problemleri çözmek için uzamsal bakış açısını ve ilgili stratejileri nasıl kullanacaklarının öğretilmesinin jeo-uzamsal düşünme yeteneğini geliştirecek kilit etmenlerden biri olduğudur. Son olarak, coğrafya öğretmenlerine bu makalede geliştirilen tahmin modelini kullanarak öğrencilerinin jeo-uzamsal düşünme yeteneklerine ilişkin tahminde bulunmalarını tavsiye ederiz zira; bu tahminler sayesinde daha uygun eğitim planları hazırlayabilir ve mevcut planlarda düzenlemeler yapabilirler.

Teşekkür

Bu araştırma, Çin Halk Cumhuriyeti Eğitim Bakanlığı'nın 2019 Yılı Beşeri ve Sosyal Bilimler Araştırma Projesi Finansman Projesi (onay numarası: 19YJA880042) ve East China Normal University "2020 Xing Fu Zhi Hua" Fonu Pilot Projesi (Beşeri ve Sosyal Bilimler) (onay numarası: 2020ecnu-xfzh001) tarafından desteklenmiştir. Yazarlar bu çalışmaya gönüllü olarak katılan öğrencilere ve çalışmaya yardımcı olan öğretmenlere teşekkürlerini sunarlar.

Kaynakça

- Abu, A. (2016). Educational data mining & students' performance prediction. *International Journal of Advanced Computer Science & Applications*, 7(5), 212-220.
- Aliman, M., Budijanto, Sumarmi, S., Astina, I. K. ve Arif, M. (2019). The effect of earthcomm learning model and spatial thinking ability on geography learning outcomes. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 323-334.
- Anthamatten, P. (2010). Spatial thinking concepts in early grade-level geography standards. *Journal of Geography*, 109(5), 169-180.
- Areepattamannil, S., Freeman, J. G. ve Klinger, D. A. (2011). Influence of motivation, self-beliefs, and instructional practices on science achievement of adolescents in Canada. *Social Psychology of Education*, 14(2), 233-259.
- Asif, R., Merceron, A., Ali, S. A. ve Haider, N. G. (2017). Analyzing undergraduate students' performance using educational data mining. *Computers and Education*, 113, 177-194.
- Atit, K., Uttal, D. H. ve Stieff, M. (2020). Situating space: Using a discipline-focused lens to examine spatial thinking skills. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5(1), 1-16.
- Ausubel, D. P., Novak, D. J. ve Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Bednarz, R. ve Lee, J. (2019). What improves spatial thinking? Evidence from the spatial thinking abilities test. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 28(4), 262-280.
- Berberoğlu, G. ve Demircioğlu, H. (2000). Factors affecting achievement in general chemistry courses among science major students. *Eğitim ve Bilim*, 25(118), 35-42.
- Borg, M. G., Riding, R. J. ve Falzon, J. M. (1991). Stress in teaching: A study of occupational stress and its determinants, job satisfaction and career commitment among primary schoolteachers. *Educational Psychology*, 11(1), 59-75.
- Caballos, A. M. ve Esteban, A. (1988). Study skills and problem-solving strategies in Spanish students. *School Psychology International*, 9(2), 147-150.
- Catling, S. J. (1978). The child's spatial conception and geographic education. *Journal of Geography*, 77(1), 24-28.
- Chan, K. W., Wong, A. K. Y. ve Lo, E. S. C. (2012). Relational analysis of intrinsic motivation, achievement goals, learning strategies and academic achievement for Hong Kong secondary students. *Asia-Pacific Education Researcher*, 21(2), 230-243.
- Che, D., Liu, Q., Rasheed, K. ve Tao, X. (2011). Decision tree and ensemble learning algorithms with their applications in bioinformatics. H. Arabnia ve Q. N. Tran (Ed.), *Software tools and algorithms for biological systems* içinde (s. 191-199). New York, NY: Springer. doi:10.1007/978-1-4419-7046-6_19
- Chen, J., Feng, J., Sun, X., Wu, N., Yang, Z. ve Chen, S. (2019). MOOC dropout prediction using a hybrid algorithm based on decision tree and extreme learning machine. *Mathematical Problems in Engineering*, 2019, 1-11. doi:10.1155/2019/8404653
- Collins, L. (2018). The impact of paper versus digital map technology on students' spatial thinking skill acquisition. *Journal of Geography*, 117(4), 137-152.
- Entwistle, N., McCune, V. ve Walker, P. (2001). Conceptions, styles, and approaches within higher education: Analytical abstractions and everyday experience. R. Stenberg ve L. F. Zang (Ed.), *Perspectives on cognitive, learning and thinking styles* içinde (s. 211-245). Mahwah, NJ: Lawrence, Erlbaum.
- Ergene, T. (2011). The relationships among test anxiety, study habits, achievement, motivation, and academic performance among Turkish high school students. *Eğitim ve Bilim*, 36(160), 320-330.
- Fawcett, T. (2006) An Introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, 27(8), 861-874.

- Flynn, K. C. (2018). Improving spatial thinking through experiential-based learning across international higher education setting. *International Journal of Geospatial and Environmental Research*, 5(3).
- Francis, B. K. ve Babu, S. S. (2019). Predicting academic performance of students using a hybrid data mining approach. *Journal of Medical Systems*, 43(6), 1-15.
- Garcia De la Vega, A. (2019). Spatial thinking ability acquisition through geospatial technologies for lifelong learning. R. De Miguel González, K. Donert ve K. Koutsopoulos (Ed.), *Geospatial technologies in geography education* içinde (s. 21-40). Cham: Springer Nature Switzerland AG.
- Gaskins, C. S., Herres, J. ve Kobak, R. (2012). Classroom order and student learning in late elementary school: A multilevel transactional model of achievement trajectories. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 33(5), 227-235.
- Gauvain, M. (1993). The development of spatial thinking in everyday activity. *Developmental Review*, 13(1), 92-121.
- Golledge, R. G. (2002). The nature of geographic knowledge. *Annals of the Association of American Geographers*, 92(1), 1-14.
- Guo, K. ve Cao, Y. (2019). The influence of learning motivation on students' academic achievement: An empirical study based on large-scale student survey *Educational Science Research*, 30(3), 62-67. Retrieved from <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotat-JYKY201903013.htm>
- Hamoud, A. K., Hashim, A. S. ve Awadh, W. A. (2018). Predicting student performance in higher education institutions using decision tree analysis. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 5(2), 26-31.
- Han, J., Fang, M., Ye, S., Chen, C., Wan, Q. ve Qian, X. (2019). Using decision tree to predict response rates of consumer satisfaction, attitude, and loyalty surveys. *Sustainability*, 11(8), 2306. doi:10.3390/su11082306
- Han, J., Kamber, M. ve Pei, J. (2012). *Data mining: Concepts and techniques*. Saint Louis: Elsevier Science & Technology.
- Hartshorne, R. (1958). The concept of geography as a science of space, from Kant and Humboldt to Hettner. *Annals of the Association of American Geographers*, 48(2), 97-108.
- Hilman, I. ve Mainaki, R. (2020). Advantage of map as geography learning media to enhance students spatial intelligence. *International Journal of GEOMATE*, 18(68), 225-232.
- Huynh, N. T. ve Sharpe, B. (2013). An assessment instrument to measure geospatial thinking expertise. *Journal of Geography*, 112(1), 3-17.
- Infantino, J. ve Little, E. (2005). Students' perceptions of classroom behaviour problems and the effectiveness of different disciplinary methods. *Educational Psychology*, 25(5), 491-508.
- Ishikawa, T. (2013). Geospatial thinking and spatial ability: An empirical examination of knowledge and reasoning in geographical science. *The Professional Geographer*, 65(4), 636-646.
- Jung, E. K. (2015). Relation between learning strategy and academic achievement in the dental hygiene students. *Journal of Korean Society of Dental Hygiene*, 15(3), 371-377.
- Kali, Y., Orion, N. ve Mazor, E. (1997). Software for assisting high-school students in the spatial perception of geological structures. *Journal of Geoscience Education*, 45(1), 10-21.
- Kim, M. ve Bednarz, R. (2013). Development of critical spatial thinking through GIS learning. *Journal of Geography in Higher Education*, 37(3), 350-366.
- Lee, J. ve Bednarz, R. (2009). Effect of GIS learning on spatial thinking. *Journal of Geography in Higher Education*, 33(2), 183-198.
- Lee, J. ve Bednarz, R. (2012). Components of spatial thinking: Evidence from a spatial thinking ability test. *Journal of Geography*, 111(1), 15-26.
- Lin, C., Yang, Z. ve Huang, X. (2004). *The comprehensive dictionary of psychology*. Shanghai: Shanghai Education Publishing House.

- Lobben, A. ve Lawrence, M. (2015). Synthesized model of geospatial thinking. *The Professional Geographer*, 67(3), 307-318.
- Lozano, A. B., Uzquiano, M. P., Riobo, A. P., Malmierca, J. L. M. ve Blanco, J. C. B. (2011). Academic goals of high and low academic achievers in mandatory secondary education and optional advanced secondary education. *Revista de Educación (Madrid)*, 354(354), 341-368.
- Metoyer, S. ve Bednarz, R. (2017). Spatial thinking assists geographic thinking: Evidence from a study exploring the effects of geospatial technology. *Journal of Geography*, 116(1), 20-33.
- Miguéis, V. L., Freitas, A., Garcia, P. J. V. ve Silva, A. (2018). Early segmentation of students according to their academic performance: A predictive modelling approach. *Decision Support Systems*, 115, 36-51.
- Mitchell, M. T. (1997). *Machine learning*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Montello, D. R., Grossner, K. E. ve Janelle, D. G. (2014). Concepts for spatial learning and education: An introduction. D. R. Montello, K. E. Grossner ve D. G. Janelle (Ed.), *Space in mind: Concepts for spatial learning and education* içinde (s. 3-29). Cambridge: The MIT Press.
- National Research Council. (2006). *Learning to think spatially*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). Student common part questionnaire of program for international student assessment. [https://tilssc.naer.edu.tw/upload/pisa/Chinese_\(Taiwan\)_For_Student_Questionnaire_Common_Part.pdf](https://tilssc.naer.edu.tw/upload/pisa/Chinese_(Taiwan)_For_Student_Questionnaire_Common_Part.pdf) adresinden erişildi.
- Painho, M., Santos, M. Y. ve Pundt, H. (2010). *Geospatial thinking*. Berlin: Springer.
- Pianta, R. C., Belsky, J., Vandergrift, N., Houts, R. ve Morrison, F. J. (2008). Classroom effects on children's achievement trajectories in elementary school. *American Educational Research Journal*, 45(2), 365-397.
- Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. *Machine Learning*, 1(1), 81-106.
- Quinlan, J. R. (1992). *C4.5 programs for machine learning*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann.
- Quinlan, J. R. (1996). Improved use of continuous attributes in C4.5. *The Journal of Artificial Intelligence Research*, 4, 77-90.
- Quinlan, J. R. (2019, Nisan). C5.0: An informal tutorial. <https://www.rulequest.com/see5-unix.html> adresinden erişildi.
- Ramaswami, G., Susnjak, T., Mathrani, A., Lim, J. ve Garcia, P. (2019). Using educational data mining techniques to increase the prediction accuracy of student academic performance. *Information and Learning Sciences*, 120(7/8), 451-467.
- Shi, L. (1994). *Learning theory: Theories and principles of learning*. Beijing: People's Education Press. Retrieved from <https://book.douban.com/subject/3455680/>
- Shin, E., Milson, A. J. ve Smith, T. J. (2016). Future teachers' spatial thinking skills and attitudes. *Journal of Geography*, 115(4), 139-146.
- Stieff, M., Origenes, A., DeSutter, D., Lira, M., Banevicius, L., Tabang, D. ve Cabel, G. (2018). Operational constraints on the mental rotation of STEM representations. *Journal of Educational Psychology*, 110(8), 1160-1174.
- Suguna, R., Shyamala Devi, M., Bagate, R. A. ve Joshi, A. S. (2019). Assessment of feature selection for student academic performance through machine learning classification. *Journal of Statistics and Management Systems: Swarm Intelligence & Evolutionary Computation for Problem Solving*, 22(4), 729-739.
- Tan, P. N., Steinbach, M. ve Kumar, V. (2016). *Introduction to data mining*. New Delhi: Pearson Education India.

- Tomaszewski, B., Vodacek, A., Parody, R. ve Holt, N. (2015). Spatial thinking ability assessment in Rwandan secondary schools: Baseline results. *Journal of Geography*, 114(2), 39-48.
- Uttal, D. H., Miller, D. I. ve Newcombe, N. S. (2013). Exploring and enhancing spatial thinking: Links to achievement in science, technology, engineering, and mathematics?. *Current Directions in Psychological Science*, 22(5), 367-373.
- Verma, K. (2015). Influence of academic variables on geospatial skills of undergraduate students: An exploratory study. *The Geographical Bulletin*, 56(1), 41-55.
- Wai, J., Lubinski, D. ve Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for stem domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817-835.
- Wakabayashi, Y. (2015). Measurement of geospatial thinking abilities and the factors affecting them. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University*, 50, 127-136.
- Wan, J., Lu, X., Lu, Y., Du, F., Wang, J. ve Ju, B. (2017). Influencing factors of middle school students' spatial thinking ability: A case study on senior one students of Baiyin No. 1 Middle School in Gansu Province *Progress in Geography*, 36(7), 853-863. doi:10.18306/dlkxjz.2017.07.007
- Witten, I. H., Frank, E. ve Hall, M. A. (2011). *Data mining: Practical machine learning tools and techniques*. Burlington: Morgan Kaufmann Publishers.
- Xiong, P. (2011). *Data mining algorithms and clementine practice*. Beijing: Tsinghua University Press. Retrieved from <https://book.douban.com/subject/6113968/>
- Xu, X., Wang, J., Peng, H. ve Wu, R. (2019). Prediction of academic performance associated with internet usage behaviors using machine learning algorithms. *Computers in Human Behavior*, 98, 166-173.
- Yani, A., Mulyadi, A. ve Ruhimat, M. (2018). Contextualization of spatial intelligence: Correlation between spatial intelligence, spatial ability, and geography skills. *Journal of Baltic Science Education*, 17(4), 564-575.
- Yip, M. C. W. (2013). Learning strategies and their relationships to academic performance of high school students in Hong Kong. *Educational Psychology*, 33(7), 817-827.
- Zhang, H. ve Shen, L. (2005). Impacts of motivation and metacognition on study performance. *Journal of Psychological Science*, 28(1), 114-116. doi:10.16719/j.cnki.1671-6981.2005.01.029
- Zheng, R. (1994). *Psychological diagnosis of middle school students*. Jinan: Shandong Education Press. Retrieved from <https://book.douban.com/subject/1074423/>
- Zhu, Z., Han, F., Qian, Q., Shi, T. ve Yuan, Y. (1987). The quantification of students' cognitive drive. *Journal of Psychological Science*, 10(6), 54-56. Retrieved from <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-XLKX198706013.htm>