

# Advanced Fuzzy Set Theory–Based Extensions of Fuzzy C-Means Algorithm

Mükerrem Bahar Başkır

Bartın University, Bartın, Türkiye  
mbaskir@bartin.edu.tr

Fuzzy clustering is crucial for identifying hidden patterns in complex, highly correlated data environments under uncertainty. Type-1 fuzzy c-means (FCM) is a widely preferred fuzzy clustering algorithm for its soft membership assignment ability in uncertainty-aware pattern recognition applications. The FCM algorithm encounters limitations due to high-volume, noisy, and overlapping/soft cluster structures. In this speech, the uncertainty-aware clustering capabilities of type-1 FCM algorithm and its advanced fuzzy set theory-based extensions in pattern recognition applications are comprehensively examined. The performance of the FCM extensions is evaluated using cluster validity indices (CVIs), and their computational time complexity is compared. The application domains and future directions of these extensions in big data environments are discussed.

**Keywords.** FCM, advanced fuzzy sets, uncertainty, cluster validity, time complexity.

## Bulanık C-Ortalamlar Algoritmasının Gelişmiş Bulanık Küme Teorisi-Tabanlı Uzantıları

Mükerrem Bahar Başkır

Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye  
mbaskir@bartin.edu.tr

Bulanık kümeleme (öbekleme) belirsizlik altındaki karmaşık, yüksek ilişkili veri ortamlarında gizli örüntülerin belirlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Tip-1 bulanık c-ortalamlar (BcO), belirsizlik duyarlı örüntü tanımlama uygulamalarında esnek üyelik atama yeteneği ile tercih edilen bulanık kümeleme (öbekleme) algoritmasıdır. BcO algoritması, yüksek hacimli, gürültülü, örtüşen/esnek küme (öbek) yapıları kaynaklı bazı sınırlılıklarla karşılaşmaktadır. Bu konuşmada, tip-1 BcO algoritması ve gelişmiş bulanık küme teorisine dayalı uzantılarının örüntü tanıma uygulamalarındaki belirsizlik duyarlı kümeleme (öbekleme) yetenekleri kapsamlı olarak ele alınmaktadır. BcO uzantılarının performansı küme (öbek) geçerlilik indeksleri ile değerlendirilmekte ve hesaplama zamanı karmaşıklığı karşılaştırılmaktadır. Bu uzantıların büyük veri ortamlarında uygulama alanları ve gelecek yönelimleri tartışılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler.** BcO, gelişmiş bulanık kümeler, belirsizlik, küme geçerliliği, zaman karmaşıklığı.