

## **Vuru üreten sinir ağırları ile beyinde örüntü temsiline dair bir model**

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı vuru üreten sinir ağlarının uyarıcı olarak algılanan bir örüntüyü kendi kendini düzenleyen bir yapı ile temsil edebilmesini sağlamaktır. Böylelikle beyindeki örüntü temsili hesaplamalı bir model ile araştırılabilecek ve karar verme gibi daha karmaşık ödevlere ait modeller için uygun bir uyarıcı temsili oluşturabilecektir.

**Gereç ve Yöntem:** Uyarıcı temsili gerçekleştirilebilmek için örüntüye (giriş sinir hücresi grubu) ve örüntünün temsiline (çıkış sinir hücresi grubu) ait iki sinir hücresi grubunun vuru üreten sinir hücreleri ile hesaplamalı modeli oluşturuldu. Örüntüye ait giriş grubu, ödevi basitleştirmek için, her biri örüntüye ait bir pikselin değerine göre ateşleyen 10 vuru üreten sinir hücresinden ve çıkış grubu, örüntünün temsili oluşturacak 20 vuru üreten sinir hücresinden oluşturuldu. Giriş grubundaki tüm hücreler çıkış grubundaki tüm hücrelere uyarıcı ve rastgele değerlere sahip bağlantılar ile bağlandı. Çıkış grubundaki hücreler ise tüm hücreler birbirine bağlantı yapacak şekilde, uyarıcı ve rastgele değerlere sahip bağlantılar ile bağlandı. Tüm bu simülasyon ortamı Python programlama dili üzerindeki NEST kütüphanesi ile hazırlandı.

Ödev sırasında bir örüntünün uyardığı giriş grubu hücreleri çıkış grubundaki hücrelerin de ateşleme yapmasını sağlar. Çıkış grubunda ateşleyen hücreler arasındaki tüm bağlantılar sabit bir değer ile artırılırken, ateşleyen hücrelerden ateşlemeyen hücrelere olan bağlantıların değeri yine sabit bir değer kadar azaltılarak baskılayıcı bağlantıya dönüştürülür. Yeni bir örüntü geldiğinde çıkış grubundaki ateşleyen hücreler için aynı prosedür tekrar edilir. Bu sırada giriş grubundan çıkış grubuna alınan rastgele bağlantı değerleri ise sabit tutulur.

**Bulgular:** Gerçekleştirilen temsil ödevi sırasında ilk örüntüye ait uyarıcı geldiğinde çıkış grubundaki sinir hücrelerinin tamamına yakını ateşler. Yeni uyarıcılarla birlikte çıkış grubunda birbirini baskılayıcı bağlantıların sayısı arttığından dolayı her bir uyarıcıya karşı ateşleyen çıkış grubu sinir hücresi sayısı düşer. Aynı uyarıcıların tekrarlanması ile birlikte girişteki örüntülere karşılık çıkış grubunda belirli sinir hücreleri ateşler. Her bir örüntü için çıkış grubunda sabit bir sinir hücresi grubunun ateşlemesi sonucunda farklı örüntülerin farklı sinir hücresi gruplarıyla temsili sağlandı.

Simülasyonlar 50 ms'lik aralıklarla her bir örüntü için 5000 ms boyunca gerçekleştirildi. 5000 ms süre içinde ağırlıkların güncellenmesi devam ettiği için bu sürenin başında uyarıcı temsili eden (uyarıcı geldiğinde ateşleyen) bazı sinir hücrelerinin, simülasyon sonunda bu uyarıcının temsili grubundan çıkabildiği görüldü. Ayrıca bazı uyarıcılar için temsili grubundaki hücreler yüksek frekansla vuru üretirken, bazı uyarıcıların daha seyrek ya da zayıf bir temsili grubu olduğu görüldü.

**Sonuç:** Bu çalışmada uyarıcı olarak algılanıp beyne gelen bir örüntünün beyinde nasıl temsili ediliyor olabileceğini anlamaya dair bir model ortaya kondu. Bu modelde örüntünün kendi kendini düzenleyen bir yapıda vuru üreten sinir hücreleri ile temsili edilmesi sağlandı. Buna göre, model farklı örüntülerin kalıcı bir şekilde farklı sinir hücresi grupları ile temsili edilmesini sağlarken, yeni örüntüler geldiğinde bu temsili gruplarını da değiştirebilmektedir. Böylelikle dışarıdan bir etki olmadan sinir hücrelerinin basit bir öğrenme yöntemi ile örüntüyü temsili etmesi sağlandı. Burada kullanılan bağlantı güncelleme yöntemi Hebb öğrenmesinin basit bir uygulaması olsa da baskılayıcı bağlantılar da oluşturması bakımından bu yöntemden ayrılır. Bundan dolayı ilerleyen çalışmalarda sinir hücrelerinin ateşlemesi ile öğrenme ilişkisini daha iyi temsili eden "Vuru Zamanına Dayalı Plastisite" yönteminin kullanılması temsili ödül ile ilişkisini ortaya koyabilmek açısından önemli olacaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Vuru üreten sinir ağırları, örüntü temsili, hesaplamalı sinirbilim, öğrenme