

Hesaplamalı Tasarımda Tolerans

Editörden

Hesaplamalı tasarımda “tolerans”, sadece bir ölçü ya da mühendislik terimi olmanın ötesinde, belirsizliklerle baş etme, farklılıklara açıklık ve kusurla uzlaşma kültürünü de içinde barındırmaktadır. Geometrik hassasiyetin, üretim doğruluğunun, sistem esnekliğinin ve malzeme davranışlarının ara kesitinde yer alan bir kavram olarak tolerans, kesinlik ve kontrol ilkelerinin ötesine geçen yeni bir bakış açısıyla ele alınmayı gerektirmektedir. Deleuze ve Guattari farklılık, akışkanlık ve katmanlılık kavramları ile toleransı, yeni bir ontolojik zemin üzerinde ele almaya davet etmektedir. Soyutlamanın doğasında yer alan indirgeme ile dijital ortamda verinin temsilinde yaşanan kayıplar kesinlik hedefine ulaşmayı güçleştirmektedir. Bununla birlikte dijital doğrulukla fiziksel üretim gerçekliği arasında ortaya çıkan farkların yarattığı boşluk, üretken bir tasarım alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. JCoDe’un on üçüncü sayısı, dijital araçların sunduğu kesinlik ilkesine karşın, fiziksel üretim dünyasının belirsizlikleriyle kurulan ilişkiyi anlamaya ve yeniden tartışmaya açmaktadır.

Hesaplamalı tasarım, yüksek doğrulukta modelleme, üretken algoritmalarla biçim oluşturma, performans optimizasyonu ve dijital üretim teknikleri ile yeni olanaklar sunarken; fiziksel gerçeklikteki üretim süreçleri, çoğu zaman bu soyutlamalara ve dijital ideallere karşı belirli sınırlar koymaktadır. Sayısal modelleme ve üretim süreçlerinde hata paylarını sıfırlamak çoğu zaman gerçekçi olmamaktadır. Dijital fabrikasyon araçlarının hassasiyetinden, 3B yazıcıların malzeme akış hızına; ahşabın nem değişkenliğinden, betonun priz süresine kadar uzanan bu üretim gerçekliği, dijital olarak modellenen sistemlerin esnekliklerini, hataya dayanıklılıklarını ve uyarlanabilirliklerini test etmektedir. Tam da bu noktada, tolerans yalnızca “izin verilen hata payı” değil, aynı zamanda dijital ile fiziksel arasındaki ara yüzün üretken bir bileşeni, tasarımı olası kılan bir aralık, hata ile olan yaratıcı diyalogun bir temsilidir.

Özellikle parametrik modelleme ve genetik algoritmalar gibi optimizasyon süreçlerinde, tekil sabitler yerine belirli aralıklarla tanımlanan parametrelerle çalışmak; örneğin, yerel optimumda sıkışan bir genetik algoritmanın belirli hata marjlarını tolere ederek daha verimli sonuçlara ulaşması gibi durumlarda, sistemin esnekliğini artırmaktadır. Benzer şekilde, insan-makine etkileşimi bağlamında fiziksel üretim ortamlarında fabrikasyon araçları ve robotlarla kurulan işbirliklerinde, ya da artırılmış gerçeklik ve yapay zekâ destekli tasarım süreçlerinde insanın sezgisel, kimi zaman belirsiz ve öngörülemez kararları ile makinenin deterministik işleyişi arasında bir ara yüz görevi gören tolerans, bu iki öznenin verimli ve esnek biçimde birlikte çalışabilmesini mümkün kılan bir müzakere alanı sunmaktadır.

Bu çerçevede JCoDe'un onüçüncü sayısında, hesaplamalı tasarım süreçlerinde toleransın kuramsal açılımları, malzeme ve algoritmik yaklaşımları, model ve sürecin esnekliği, malzeme davranışlarıyla etkileşim, optimizasyon süreçlerinde esneklik, insan-makine etkileşiminde uyumlanma ve işbirliği ile kentsel ve çevresel ölçekteki uygulamaları çok yönlü biçimde ele alınmaktadır. DELEREL ve TAN BAYRAM'ın çalışması, tolerans kavramını kontrol ve kesinlikten olasılığa doğru kaydırarak dijital mekânın üretiminde farklılık ve etkileşimin rolünü tartışmaya açarken, etkileşimli ve karmaşık sistemler aracılığıyla belirsizliğin tasarımın üretken bir parçası haline gelişini gündeme getirmektedir.

Malzeme ve algoritmik yaklaşımlara odaklanan iki makale ise hesaplamalı modeller ile fiziksel gerçeklik arasındaki ilişkinin tolerans kavramıyla nasıl dönüştürülebileceğini ele almaktadır. Gözde Damla TURHAN HASKARA, bakteriyel selülozun büyümesini simüle ederek biyomimetik tasarım süreçlerinde malzeme davranışlarının öngörülemezliğini üretken bir girdiye dönüştürmektedir. Zehra GÜLOĞLU ve Sevil YAZICI ise genişleyebilen (auxetic) metamateryal tasarımları üzerinden geometrik parametreler, modelleme ve prototiplemenin toleransla kurduğu ilişkiyi incelemekte, esnek ve uyurlanabilir sistemlerin nasıl geliştirilebileceğini tartışmaktadır.

Uygulama ve kent ölçeğine yönelen çalışmalar ise toleransın toplumsal ve çevresel boyutlarına ışık tutmaktadır. Fadime DİKER ve İlker ERKAN, pandemi sonrası eğitim mekânlarında sınıf kapasitelerinin belirlenmesinde veri odaklı bir yaklaşım sunarken; Gizem ÖZÇİDEM SÜMEN, İlayda Şevval ALIŞ, Göktürk BOSTANCI, Barış Mert KARASU ve Özgür EDİZ, afet sonrası toplanma alanlarının Voronoi diyagramları ve mekân dizimi yöntemleriyle nasıl değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Zuhâl CAN ve Kübra ÖZTÜRK'ün çalışması ise yapay zekâ ve nesnelerin interneti tabanlı tahmin sistemleri üzerinden hava kalitesi öngörülerini ele alarak toleransın çevresel belirsizliklerle kurduğu ilişkiyi gündeme taşımaktadır.

Sayı, Burcu KISMET CONK ve Meryem Birgül ÇOLAKOĞLU'nun kapsamlı derlemesiyle tamamlanmaktadır. Dijital çağda döngüsel yapı çevresine odaklanan bu çalışma, sürdürülebilirlik, kaynak yönetimi ve hesaplamalı tasarım ilişkisini disiplinlerarası bir perspektiften yeniden değerlendirmekte ve sayının tartışmalarını bütüncül bir çerçevede birleştirmektedir.

Tolerance in Computational Design

Editorial

In computational design, “tolerance” is not merely a metric or engineering term—it embodies a culture of dealing with uncertainty, embracing difference, and negotiating with imperfection. As a concept situated at the intersection of geometric precision, production accuracy, system flexibility, and material behavior, tolerance calls for a new perspective that goes beyond the principles of exactitude and control. Deleuze and Guattari, with their concepts of difference, fluidity, and multiplicity, invite us to rethink tolerance on a new ontological ground. The inherent reductionism of abstraction and the inevitable loss in data representation within digital environments challenge the pursuit of precision. However, the gap between digital accuracy and physical production reality opens up a generative space for design. The thirteenth issue of JCoDe aims to examine and question the relationship between the precision promised by digital tools and the uncertainties of the physical world of making.

While computational design enables new possibilities through high-precision modeling, form generation with generative algorithms, performance optimization, and digital fabrication techniques, physical production processes often impose constraints on these abstractions and digital ideals. Attempting to eliminate error margins in digital modeling and manufacturing processes is often unrealistic. The realities of production—ranging from the sensitivity of digital fabrication tools and the material flow rate of 3D printers to the moisture variability of wood and the curing time of concrete—test the flexibility, fault tolerance, and adaptability of digitally modeled systems. At this point, tolerance is not only the “acceptable margin of error,” but also a generative component of the interface between digital and physical; it is a range that enables design, a representation of the creative dialogue with error.

Especially in optimization processes such as parametric modeling and genetic algorithms, working with parameters defined within specific ranges instead of fixed constants enhances system flexibility. For instance, allowing a genetic algorithm that is stuck in a local optimum to tolerate certain error margins can lead to more efficient outcomes. Similarly, in the context of human-machine interaction, tolerance acts as an interface between the intuitive, sometimes ambiguous and unpredictable decisions of humans and the deterministic functioning of machines—particularly in collaborative settings involving fabrication tools and robots in physical production environments, or in design processes supported by augmented reality and artificial intelligence. In these cases, tolerance provides a space of negotiation that enables these two agents to work together productively and flexibly.

In this context, the thirteenth issue of JCoDe addresses the multifaceted reflections of tolerance in computational design processes, including theoretical inquiries, material and algorithmic approaches, model and process flexibility, interactions with material behaviors, adaptability in optimization processes, human-machine collaboration, as well as urban and environmental applications. The study by DELEREL and TAN BAYRAM shifts the concept of tolerance from control and precision toward contingency, opening a discussion on the role of difference and interaction in the production of digital space, while also foregrounding how uncertainty becomes a productive component of design through interactive and complex systems.

Two articles focusing on material and algorithmic approaches explore how the relationship between computational models and physical reality can be reframed through the lens of tolerance. Gözde Damla TURHAN HASKARA simulates the growth of bacterial cellulose, transforming the unpredictability of material behavior into a productive input within biomimetic design processes. Zehra GÜLOĞLU and Sevil YAZICI, on the other hand, examine auxetic metamaterial designs, discussing how geometric parameters, modeling, and prototyping intersect with tolerance in the development of flexible and adaptive systems.

The studies oriented toward application and urban scale shed light on the social and environmental dimensions of tolerance. Fadime DİKER and İlker ERKAN present a data-driven approach to determining classroom capacities in the post-pandemic context, while Gizem ÖZÇİDEM SÜMEN, İlayda Şevval ALIŞ, Göktürk BOSTANCI, Barış Mert KARASU, and Özgür EDİZ demonstrate how Voronoi diagrams and space syntax methods can be used to evaluate emergency assembly areas. The study by Zuhâl CAN and Kübra ÖZTÜRK, meanwhile, addresses air quality predictions through AI- and IoT-based forecasting systems, foregrounding the relationship between tolerance and environmental uncertainties.

The issue concludes with a comprehensive review by Burcu KISMET CONK and Meryem Birgül ÇOLAKOĞLU, which focuses on the circular built environment in the digital age. This work re-examines the interrelations of sustainability, resource management, and computational design from an interdisciplinary perspective, weaving together the discussions of the issue within a holistic framework.