

OPTİMİZASYON NEDİR VE TÜRLERİ NELERDİR?

Ahmet Okudan¹, Bilal Şen²

1. GİRİŞ

Optimizasyon, bir sistemin veya sürecin en iyi duruma getirilmesi için kullanılan bir kavramdır. Genel olarak, kaynakların en etkin ve verimli şekilde kullanılmasını sağlar. Bu kavram, çeşitli alanlarda kullanılır ve endüstri, işletme, mühendislik, ekonomi, lojistik, makina tasarımı gibi birçok alanda uygulanabilir.

2. OPTİMİZASYONUN TANIMI ve KAPSAMI

2.1 Optimizasyonun Genel Anlamı

Optimizasyon, bir sistemin, sürecin veya tasarımın en iyi duruma getirilmesini amaçlayan matematiksel veya hesaplamalı yöntemlerin kullanılmasıdır. Bu, genellikle belirli hedeflere ulaşabilmek için (örneğin, yüksek kâr, en düşük maliyet, en yüksek verimlilik) sistem, süreç veya tasarımın iyileştirilmesini içerir. [1]

2.2 Optimizasyonun Kullanım Alanları

Optimizasyon, birçok alanda kullanılan genel bir kavramdır. Örneğin, işletmelerde üretim planlaması, mal ve değerlere ilişkin dökümlerin (envanter) yönetimi ve mal ve hizmet sağlanması (lojistik) işleri için kullanılabilir. Mü-

hendislikte ise tasarım ve süreç iyileştirilmesi yapısal optimizasyon alanlarında yaygın olarak kullanılır. [2]

3. OPTİMİZASYON TÜRLERİ

3.1 Boyut Optimizasyonu (Size Optimization)

Boyut optimizasyonu, bir ürün veya sistemin, işlevini yerine getirebilmesi ve en uygun boyutunun belirlenmesi için yapılan çalışmaları kapsar. Bu çalışmalar genellikle tasarım ve mühendislik alanlarında kullanılır ve örneğin, ağırlık, dayanıklılık, maliyet, işlev gibi etkenler göz önünde bulundurularak gerçekleştirilir. [3]

3.2 Şekil Optimizasyonu (Shape Optimization)

Şekil optimizasyonu, bir parçanın veya bileşenin geometrisinin en uygun şekilde tasarlanması için yapılan çalışmaları kapsar. Bu çalışmalar, genellikle malzeme cinsi, kullanım amacı, ağırlık, dayanıklılık gibi etkenleri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilir. [4]

3.3 Topoloji Optimizasyonu (Topology Optimization)

Topoloji optimizasyonu, bir yapısal sistemdeki gereksiz malzeme/kaynak kullanımını azaltmak için yapılan çalış-

¹ Mak. Yük. Müh., Kıdemli Lider Mühendis - ahmet.okudan@numesys.com.tr

² Mak. Müh., Öğrenci - bilal.sen@numesys.com.tr

maları kapsar. Bu optimizasyon yöntemi, tasarımın mukavemet özelliklerinden ödün vermeden gerilmenin düşük olduğu noktalardan parça çıkarılarak tasarımı en hafif hale getirmeyi amaçlar. Bir yapısal sistemin içerisinde kullanılan kaynaklar ve malzeme miktarını en aza indirmek veya belirli verim ölçütlerine göre en uygun duruma getirmek amacıyla kullanılır. [5]

3.4 Üretim Optimizasyonu (Manufacturing Optimization)

Üretim optimizasyonu, bir üretim sürecinin veya yönteminin en verimli şekilde gerçekleştirilmesi için yapılan çalışmalarını kapsar. Bu çalışmalar, üretim sürelerinin kısaltılması, maliyetlerin azaltılması ürünün işlev ve verimliliğinin artırılması gibi hedefler doğrultusunda gerçekleştirilir. [6]

3.5 Maliyet Optimizasyonu (Cost Optimization)

Maliyet optimizasyonu, bir ürünün veya sistemin maliyetini en aza indirerek veya belirli bir bütçe kısıtlaması şartlarında en iyi başarıyı elde etmek için yapılan çalışmalarını kapsar. Bu çalışmalar, üretim ve işletme maliyetlerini azaltmak veya gelirleri artırmak amacıyla gerçekleştirilir. [7]

4. TOPOLOJİ OPTİMİZASYONU

4.1 Topoloji Optimizasyonunun Tanımı

Topoloji optimizasyonu, bir yapısal sistemin içerisindeki malzeme dağılımının en uygun şekilde belirlenmesi için yapılan bir optimizasyon yöntemidir. Bu yöntem, belirli performans kriterlerini karşılamak için yapısal sistemin malzeme dağılımını optimize etmeyi hedefler. [5]

4.2 Topoloji Optimizasyonunun Amaçları

Topoloji optimizasyonunun amacı, genellikle hafifletme, ürünün sertliğini olabildiğince yükselterek formunu korumasını sağlamak veya doğal frekansını en yükseğe taşımak gibi belirli ölçütlere göre optimizasyon yapmaktır. Örneğin, bir yapısal sistemin ağırlığını azaltmak veya belirli bir en yüksek gerilim değerini karşılamak için malzeme dağılımını optimize etmek gibi hedefleri vardır. [8]

4.3 Topoloji Optimizasyonunun Uygulama Alanları

Topoloji optimizasyonu mühendislik tasarımlarında, enerji verimliliği sağlamak için, mimari tasarımlarda ve üretim süreçlerinde kullanılabilir. Örneğin, otomotiv sektöründe araçların hafifletilmesi ve dayanıklılığının artırılması, havacılık sektöründe uçak kanatları veya göv-

delerinin optimize edilmesi gibi alanlarda topoloji optimizasyonu kullanılabilir. [9]

4.4 Topoloji Optimizasyonunun Sürdürülebilirlik ve Enerji Verimliliği Bağlamındaki Önemi

Topoloji optimizasyonu, tasarımları hafifletme ve malzeme kullanımını azaltma yeteneği sayesinde sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği açısından büyük önem taşır. Hafifletilmiş yapılar, daha az malzeme kullanımı ve daha az enerji tüketimi anlamına gelir. Bu, inşaat sektöründe yapıların daha az çevresel etkiye neden olmasını sağlar ve enerji tüketiminin azalmasıyla çevresel sürdürülebilirliği artırır. [10]

4.5 Topoloji Optimizasyonunun Sektörel Etkileri ve Yararları

Topoloji optimizasyonu, farklı sektörlerde kullanılarak çeşitli kazanımlar sunar. Örneğin, otomotiv sektöründe hafifletilmiş yapılar sayesinde yakıt verimliliğinin artırılması ve emisyonların azaltılması sağlanır. Havacılık sektöründe ise daha hafif uçak parçaları kullanımıyla yakıt tasarrufu elde edilir ve uçuş maliyetleri düşer. Aynı şekilde, inşaat sektöründe enerji verimli binaların tasarımı, enerji tüketiminin azalmasına ve yeşil yapı standartlarının karşılanmasına katkı sağlar. [9]

4.6 Topoloji Optimizasyonu ve Katmanlı Üretim Uygulamalarının Geleceği

Topoloji optimizasyonu ile katmanlı üretim (3D printing) teknolojilerinin birleşimi, gelecekte tasarım ve üretim süreçlerinde büyük bir değişimi tetikleyebilir. Katmanlı üretim, 3D modellemeye dayalı olarak üç boyutlu nesnelerin tabaka tabaka üretilmesini sağlayan bir üretim yöntemidir. Bu sayede üretici tasarım (generative design) gibi karmaşık yapıları parçaların üretilebilmesine olanak sağlar. [11]

4.7 Katmanlı Üretim ve Topoloji Optimizasyonunun İlişkisi

Katmanlı üretim, topoloji optimizasyonu ile birleştirildiğinde tasarım süreçlerinde devrim niteliğinde değişiklikler yaratır. Topoloji optimizasyonu ile tasarımların malzeme dağılımı optimize edilirken, katmanlı üretim teknolojisi bu optimize edilmiş tasarımların gerçekleştirilmesine olanak tanır. Bu birleşim, tasarım özgürlüğünü artırır ve daha hafif, dayanıklı ve karmaşık parçaların üretimini sağlar.

Bu birleşim, özellikle havacılık ve uzay endüstrisi, otomo-

tiv, sağlık sektörü ve tıbbi implantlar gibi alanlarda büyük bir etki yaratmıştır. Katmanlı üretim ile üretilen parçaların topoloji optimizasyonu yapılarak optimize edilmesi, ürünlerin verim ve işlevini artırırken aynı zamanda malzeme kullanımını azaltır ve hafifletir. [12]

5. ÜRETİCİ TASARIM (Generative Design)

Üretici tasarım, bir tasarımın değişkenlerine dayanarak otomatik olarak farklı seçeneklerde tasarımlar üreten bir yaklaşımdır. Üretici tasarım, geleneksel tasarım yöntemlerinden farklı olarak, tasarım sorunları ve kısıtlamalarıyla birlikte belirli tasarım değişkenleri belirlendikten sonra, algoritmali ve hesaplamalı yöntemlerle çeşitli tasarım seçenekleri oluşturur. Bu seçenekler, tasarımın optimize edilmesi, verimin artırılması ve yenilikçi çözümlerin keşfedilmesi açısından büyük kazanımlar sunar.

Üretici tasarım, tasarım sürecini hızlandırabilir ve tasarımın niteliğini artırabilir. Ayrıca, tasarım değişkenleri ve kısıtlamaları arasında geniş bir çözüm uzayı oluşturarak yenilikçi ve optimize edilmiş tasarım çözümlerinin bulunmasını sağlar. Bu yaklaşım, mühendislik ve tasarım süreçlerinde büyük bir dönüşüm yaratmış ve karmaşık tasarım sorunlarının çözümünde de önemli bir araç olmuştur.

Üretici tasarım, özellikle mimari, makine mühendisliği, otomotiv, havacılık, tıp ve diğer endüstrilerde kullanılan karmaşık tasarım sorunları için oldukça etkili bir araçtır. [13]

6. GELECEKTEKİ EĞİLİM ve BEKLENTİLER

Gelecekteki eğilimin, optimizasyon ve tasarım alanında yeni yöntemler ve teknolojilerin kullanımını içereceğini söylemek yanlış olmaz. Özellikle, katmanlı üretim teknolojilerinin daha yaygın hale gelmesiyle birlikte, topoloji optimizasyonu ve üretici tasarım gibi yöntemlerin önemi artacaktır. Bu eğilimlerin gelecekteki etkileri şunlar olabilir:

Kişisel Tasarım ve Üretim: Evlerde 3D yazıcıların ve diğer katmanlı üretim aygıtlarının yaygınlaşması, kişisel üretim ve tasarım süreçlerinde büyük bir değişimi tetikleyebilir. Bireyler, kendi gereksinimlerine özel olarak tasarlanmış ürünleri evlerinde üretebilir ve optimize edebilir.

Akıllı Tasarım ve Otomasyon: Yapay zekâ ve makine öğrenimi gibi teknolojilerin bütünleşmesi, akıllı tasarım ve

otomasyon süreçlerinin uygulanabilmesini sağlayacaktır. Bu sayede, tasarım süreçleri daha hızlı ve verimli bir şekilde gerçekleştirilecek ve daha optimize edilmiş çözümler elde edilecektir.

Yenilikçi Malzeme ve Yapılar: Topoloji optimizasyonu ve üretici tasarım, yeni malzeme türlerinin ve yapı geometrilerinin bulunmasını sağlayacak, bu da daha dayanıklı, hafif ve enerji verimli yapıların tasarımını özendirecektir.

Endüstri 4.0 Uygulamaları: Endüstri 4.0 kavramı, üretim süreçlerinde sayısallaşma ve veri çözümlemesinin kullanımını içerir. Topoloji optimizasyonu ve üretici tasarım gibi yöntemler, endüstri 4.0 ilkeleriyle bütünleştirilerek, üretim süreçlerindeki verimlilik ve sürdürülebilirlik artırılabilir.

Mimari ve Şehircilikte Yenilik: Topoloji optimizasyonu ve üretici tasarım, mimari ve şehircilik alanında yeni tasarım yaklaşımlarını özendirecek, böylece daha karmaşık yapılar ve daha verimli şehir planlaması için optimize edilmiş tasarımlar ortaya çıkacaktır.

7. TOPOLOJİ OPTİMİZASYONUNA YENİ BAŞLAYACAKLAR İÇİN ÖNERİLER

Topoloji optimizasyonu, karmaşık yapıların tasarımında kullanılan etkili bir yöntemdir ancak yeni başlayanlar için bazı zorluklar içerebilir. Topoloji optimizasyonu ile ilgili öneriler için aşağıdaki öneriler faydalı olacaktır:

7.1 Temel Mühendislik Bilgilerini Edinme

Topoloji optimizasyonunun temelinde mühendislik ilkeleri ve yapısal analiz yöntemleri yatar. Bu nedenle, temel mühendislik bilgilerini öğrenmek ve yapı analizini iyi bilme, topoloji optimizasyonu sürecini iyi anlamınıza ve etkin bir şekilde kullanmanıza yardımcı olacaktır.

7.2 Uygulama Deneyimi Kazanma

Topoloji optimizasyonunu anlamak ve onu başarılı şekilde uygulamak için uygulama deneyimi kazanmak önemlidir. Küçük ölçekli projeler üzerinde çalışarak ve farklı yollar deneyerek, optimizasyon sürecini daha iyi kavrayabilir ve yöntemin üstünlüklerini görebilirsiniz.

7.3 Analiz Araçlarını ve Yazılımlarını Kullanma

Topoloji optimizasyonu için farklı analiz araçları ve özel yazılımlar bulunmaktadır. Bu araçları ve yazılımları kul-

lanarak tasarımları optimize etmek, benzetimler (simülasyonlar) yapmak ve sonuçları irdelemek önemlidir. Bu tür araçları kullanmak, verimli ve etkili bir optimizasyon süreci için gereklidir.

8. SONUÇ

Bu yazıda, optimizasyonun genel anlamı ve farklı çeşitleri ele alındı. Optimizasyon, bir sistemin veya sürecin en iyi duruma getirilmesini amaçlayan önemli bir kavramdır. Tasarım, üretim, mühendislik, ekonomi, lojistik gibi birçok alanda kullanılarak verimlilik, performans ve maliyetlerin optimize edilmesine katkı sağlar.

Optimizasyonun çeşitleri arasında boyut optimizasyonu, şekil optimizasyonu, topoloji optimizasyonu, üretim optimizasyonu ve maliyet optimizasyonu yer alır. Her bir optimizasyon yöntemi, tek veya birkaçı birlikte olacak şekilde, değişik alanlarda, belirli ölçütlere göre en iyi çözümü bulmak için farklı yöntemler kullanır. Bu yüzden oldukça değişik uygulama alanlarında kullanılabilir.

Topoloji optimizasyonu, yapısal sistemlerde en uygun malzeme dağılımını hedefler. Üretici tasarım ise tasarım sürecini hızlandıran ve otomatik olarak alternatif çözümler üreten bir yaklaşımdır. Katmanlı üretim teknolojilerinin daha da gelişip yaygınlaşması, optimizasyonun kullanımını ve önemini artıracaktır. Kişisel üretim ve tasarım süreçlerinde büyük bir değişim yaşanması beklenirken, endüstriyel uygulamalarda da verimliliğin ve sürdürülebilirliğin artırılmasına katkı sağlanacaktır.

Sonuç olarak, optimizasyonun geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır ve gelecekte bu alanda daha fazla gelişme ve yenilik beklenmektedir. Topoloji optimizasyonu ve üretici tasarım gibi yöntemler, tasarım ve üretim süreçlerinde önemli bir rol oynayarak daha verimli, sürdürülebilir ve yenilikçi çözümlerin ortaya çıkmasına katkı sağlayacaktır. Bu nedenle, bu alanlarda çalışan profesyonellerin ve öğrencilerin bu yöntemleri öğrenerek ve uygulayarak geleceğe katkıda bulunmaları büyük önem taşımaktadır. [14]

KAYNAKÇA

1. **Mei, L.-B., & Wang, Q.** (2021). Structural optimization in civil engineering: A literature review. *Buildings*, 11(2), 66. (<https://doi.org/10.3390/buildings11020066>)
2. **Beauregard, Y., Thomson, V., & Bhuiyan, N.** (2008). Lean engineering logistics: Load leveling of design jobs with capacity considerations. (<https://doi.org/10.5589/Q08-006>)
3. **Chen, C.-J., & Young, C.** (2004). Integrate topology/shape/size optimization into upfront automotive component design. In 34th AIAA Fluid Dynamics Conference and Exhibit. (<https://doi.org/10.2514/6.2004-4594>)
4. **Rastani, M.** (1996). Integration of manufacturing design applications in FE-based applied mechanics courses. (<https://doi.org/10.18260/1-2--6131>)
5. **Diao, J., Zhang, C., Huang, Q., & Wang, F.** (2020). Topology optimization of aircraft flip spreader for lightweight. (<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1650/3/032149>)
6. **Sujová, A., Marcinekóvá, K., & Hittmár, S.** (2017). Sustainable optimization of manufacturing process effectiveness in furniture production. (<https://doi.org/10.3390/SU9060923>)
7. **Tian, C., Shao, Z., Wang, R., Yan, Y., Wang, X., & Ren, A.** (2022). Optimal design of integrated energy supply system for continuous greenhouse effect: A study on carbon emission and operational cost. (<https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.819420>)
8. **Peter, R.** (2018). Computer aided design of civil structures – Topology optimization in statics and dynamics. (<https://doi.org/10.1088/1757-899X/407/1/012171>)
9. **Zhan, Z., Fengyao, L. V., Xin, R., Zhou, G., Zhao, S., He, X., Wang, J., & Li, J.** (2023). Automotive hood design based on machine learning and structural design optimization. (<https://doi.org/10.4271/2023-01-0744>)
10. **Abrate, S., Crupi, V., & Epasto, G.** (2018). Guest editorial for the special issue on 'Lightweight Design in Transportation Engineering'. (<https://doi.org/10.1177/0954406218769177>)
11. **Khadiri, I. E., Zenzami, M., Hmina, N., Lagache, M., & Belhouideg, S.** (2021). Topology optimization of structures obtained by additive manufacturing: Case of 3D beam. (<https://doi.org/10.1109/ICOA51614.2021.9442628>)
12. **Khorasani, M., Ghasemi, A., Rolfe, B., & Gibson, I.** (2021). Additive manufacturing a powerful tool for the aerospace industry. (<https://doi.org/10.1108/rpj-01-2021-0009>)
13. **Kallioras, N., & Lagaros, N.** (2021). MLGen: Generative design framework based on machine learning and topology optimization. (<https://doi.org/10.3390/app112412044>)
14. **Luzi, L., Quercioli, G., Pucci, R., Bocchieri, G., Vertechy, R., & Berselli, G.** (2020). Additively manufactured continuous fibre-reinforced thermoplastics for mechanisms subjected to predominant inertial load: A case study. (<https://doi.org/10.1115/smasis2020-2320>)