

NITRONIC 60 MODEL ÇELİĞİNİN ANSYS PAKET YAZILIMINDA 3D BOYUTSAL İNCELENMESİ

Semih TAŞKAYA¹, Selim TAŞKAYA²

¹Fırat Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Türkiye

²Artvin Çoruh Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada, 1000x1000 mm boyutlarında 10 mm çapa sahip silindirik Nitronic 60 model çelik malzemesi 3D boyut olarak tasarlandı. Model çelik hacme bir mesh ara yüzey tabakası tanımlanarak mekanik dağılımın yayılması sağlanır. Oluşturulan model hacme dik eksen koordinat yönünde ve aynı model hattındaki orta eksene 10000 N/mm² basınç etkisiyle eksenel yer değiştirme analizleri yapıldı. Yapılan analizler sonucunda Nitronic 60 model çeliği yer değiştirmelerinin eksenler arasındaki mesafeye göre artış ve azalış şeklinde değişim gösterdiği gözlemlendi. Dik eksen koordinat yönünde oluşan vektörel ve eksenel değiştirmelerin model çeliğindeki orta eksene göre artış gösterdiği incelendi.

Anahtar Kelimeler: Nitronic 60, ANSYS, 3D boyut, Koordinat sistemi.

ABSTRACT

In this study, the cylindrical Nitronic 60 model steel material with a diameter of 1000x1000 mm and a diameter of 10 mm was designed as a 3D dimension. A mesh interface layer is defined to the model steel volume so that the mechanical distribution is spread. Axial displacement analyzes were performed with the effect of 10000 N/mm² pressure on the center axis perpendicular to the model volume and the middle axis in the same model line. As a result of the analyzes, it was observed that the Nitronic 60 model steel displacements change in the form of increase and decrease according to the distance between the axes. It was examined that the vector and axial changes occurring in the coordinate direction of the vertical axis increased with respect to the middle axis of the model steel.

Keywords: Nitronic 60, ANSYS, 3D dimension, Coordinate system.

1. GİRİŞ

ANSYS, mühendisler için fizik, yapısal, titreşim, akışkanlar dinamiği, ısı transferi ve elektromanyetik disiplinlerinin etkileşimlerini simüle etmek için kullanılan genel amaçlı bir yazılımdır [1]. Mühendislik problemlerinin tatminkar olarak çözülmesinde sayısal metotlar kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak geliştirilen paket programlar sayısal metotların etkin kullanımını sağlamaktadır [2]. Nitronic 60 malzeme ya da diğer adıyla UNS S21800 malzeme birçok açıdan oldukça özel ve dayanıklı bir malzemedir. Bu malzeme östenitik paslanmaz çelik grubunda kabul edilmektedir ancak bu malzeme tam olarak paslanmaz çelik grubuna girmemektedir. Bu özel malzeme 980 °C sıcaklığa kadar oldukça iyi bir mekanik dayanıma sahiptir. Ayrıca havacılık, uzay sanayi, gıda ve ilaç üreti tesisleri, petrokimya endüstrisi gibi yerlerde de kullanılmaktadırlar. Pimler, bağlantı elemanları, burçlar, rulmanlar ve çeşitli pompa parçaları Nitronic 60 malzemenin kullanıldığı diğer alanlardır [3-5].

Kaymaz ve ark., 3 ara tabakadan oluşan, düz ve 70'lik oryantasyon açısına sahip radyal geometriye sahip 2 farklı modeli, x, y, z koordinat ölçülerine göre 3 boyutlu olarak tasarlamışlardır. Düz ve radyal geometriye sahip sandviç tabakaların 2 farklı testte, sağ ve sol mesnetlerden ankastre ve çizgisel olarak sabitlenerek 4 MPa basınç altında eksenlere göre mekanik gerilim analizleri yapmışlardır. Geometrik şekilleri aynı-mesnetleri farklı ve geometrik şekilleri farklı-mesnetleri aynı yapıları karşılaştırarak incelemişlerdir [6].

Gür ve ark., ANSYS paket programında iki farklı geometriye sahip sandviç kompozitlerin farklı mesnetlerde yüke bağlı analizler uygulayarak, mekanik gerilmeler arasındaki kıyaslamaları incelemişlerdir [7].

Gür ve ark., izotropik bir çelik malzemeyi 3 boyutlu kafes çatı olarak tasarlayarak, ANSYS paket programında sonlu elemanlar yöntemine göre farklı yükler doğrultusunda giriş eksenlerindeki mekanik gerilme etkilerini araştırmışlardır [8].

Gür ve ark., ANSYS yazılımında farklı sıcaklık ve gerilme parametrelerinde Al malzemesi ile SİC metal matrisli kompozitin sürünme uzaması hareketi ile elastik gerilmeler arasındaki ilişkilendirmeleri araştırmışlardır [9].

Taşkaya ve ark., ANSYS yazılımında sonlu elemanlar yöntemine göre, St 70 çatı kafes çeliğinin St 37 çatı kafes çeliğine göre, kiriş eksenlerindeki hem kuvvet hem de moment etkisine göre deformasyon ve vektörel gerilmelerin arttığını gözlemlemişlerdir [10].

Taşkaya S., ANSYS programında, St 37 levha çeliklerinde basınca bağlı levhaların mesnetlere göre tabakalarındaki mekanik gerilmelerin etkisini incelemiştir [11].

Taşkaya S., ANSYS paket programında izotropik bir çelik malzemeye sahip 3D kafes çatı modeline, farklı yük ve sabit basınç uygulayarak, kiriş eksenlerindeki, deformasyon, mekanik ve elastik gerilme analizlerini araştırmıştır [12].

Taşkaya ve Taşkaya çalışmalarında 40 mm dış çapa sahip AISI 310 paslanmaz silindir çeliği ANSYS Workbench 12.0 modülünde tasarlamıştır. Çeliğin statik yapısal analizi, çelik üst plaka bölgesinden -y eksenini yönünde 1000 N'lık bir kuvvet uygulanarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, silindirik çeliğin statik yapısından etkilenen yük dağılımlarının üst ve alt bölgelerde yoğunlaştığı görülmüştür [13].

Taşkaya ve Taşkaya çalışmalarında, 3 boyutlu 54 kenar ve 34 köşe koordinat noktalarıyla, 46x50 mm taban destekleyici silindir boru çapına sahip oluşturulan hangar çatı modelinin, 5 destek kiriş noktasına 200 Newton kuvvet uygulamıştır. Uygulanan kuvvet etkisiyle çatı üst kiriş ve destekleyici düğüm noktalarının deformasyon ve gerilme dağılımlarını haritalandırmışlardır. Yapılan analizler sonucunda yük taşıyıcı üst kiriş ve taban koordinat noktalarındaki deformasyon ve gerilmelerin arttığı, ön destekleyici kiriş noktalarında ise azaldığını gözlemlemişlerdir [14].

Taskaya ve ark., çalışmalarında Ramor 500 çeliğini tozaltı kaynak yöntemiyle farklı parametrelerde birleştirme işlemi yapıp, ANSYS paket yazılımında modelleyip termal analizini yapmışlardır. Çalışma sonucunda kaynak gerilimi arttıkça sıcaklığın mesafe-zaman eğrilerinde simülasyon değişimleri incelenmiştir [15].

Bu çalışmanın amacı; Nitronic 60 model çeliğini sonlu eleman programlarından biri olan ANSYS 12.0 paket yazılımında 3D boyutlu şekilde tasarlayarak eksenler arasındaki yüke karşı etkisinin incelenmesidir. Tasarlanan bu çeliğe eksenler arasında belirlenen basınç doğrultusunda vektörel ve yer değiştirme simülasyon analizleri yapıldı. Bu analizler neticesinde Nitronic 60 model çeliğinin 3D boyutsal değişimleri incelendi.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Tablo 1 ve Tablo 2’de kimyasal ve mekanik özellikleri verilen Nitronic 60 model çeliği, ANSYS 12.0 paket yazılımında 1000x1000 mm boyutlarında 10 mm çapa sahip silindirik model olarak 3D boyut şeklinde tasarlandı.

Tablo 1. Nitronic 60 çeliğinin kimyasal özellikleri [16].

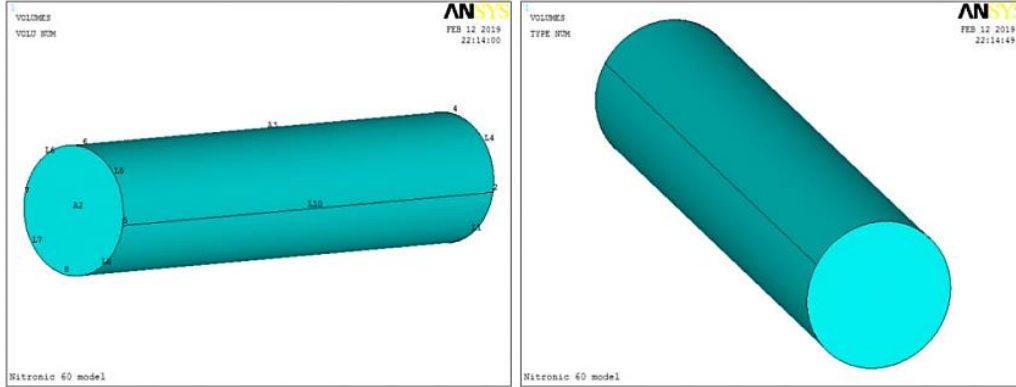
Malzeme	C (%)	Ni (%)	Cr (%)	Mn (%)	Si (%)	N (%)	Mo (%)
Nitronic 60	0.1	9	18	9	4.5	0.18	0.75

Tablo 2. Nitronic 60 çeliğinin mekanik özellikleri [16-17].

Malzeme	Yoğunluk (kg/m ³)	Elastisite Modülü (kN/mm ²)	Uzama (%)	Poisson Oranı	Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Akma Dayanımı (N/mm ²)
Nitronic 60	7.622	180	35	0.298	724	379

2.1. Nitronic 60 Model Çeliğin Oluşturulması

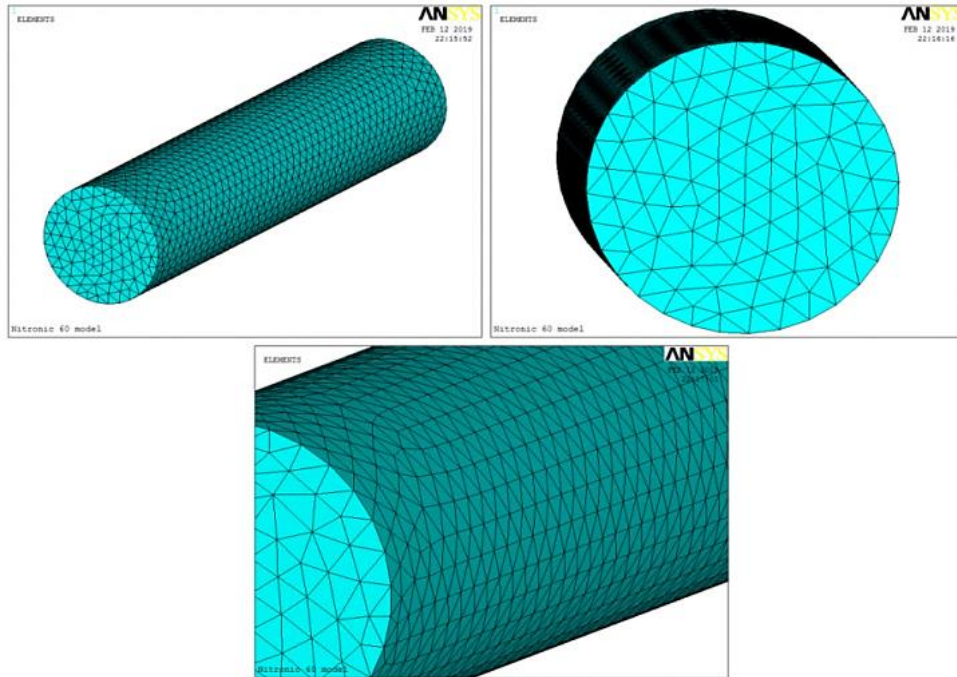
Nitronic 60 model çeliğinin ANSYS paket yazılımında ilk adımda yapı modeli çalışılacağı için, yazılım modülünden yapı analizi tanımlanır. Sonraki aşama, malzemenin element tipi “Solid187” tanımlanır. Nitronic 60 model çeliğinin Tablo 1 mekanik özellikleri sistem verilerine girilerek oluşturulur. Daha sonra model çeliği alan formuna dönüştürülür ve tasarım aşaması Şekil 1’de gösterilen hacim şeklinde tamamlanmış olur.



Şekil 1. Nitronic 60 model çelik hacim tasarımı

2.2. Nitronic 60 Model Çeliğinin Mesh İşlemi

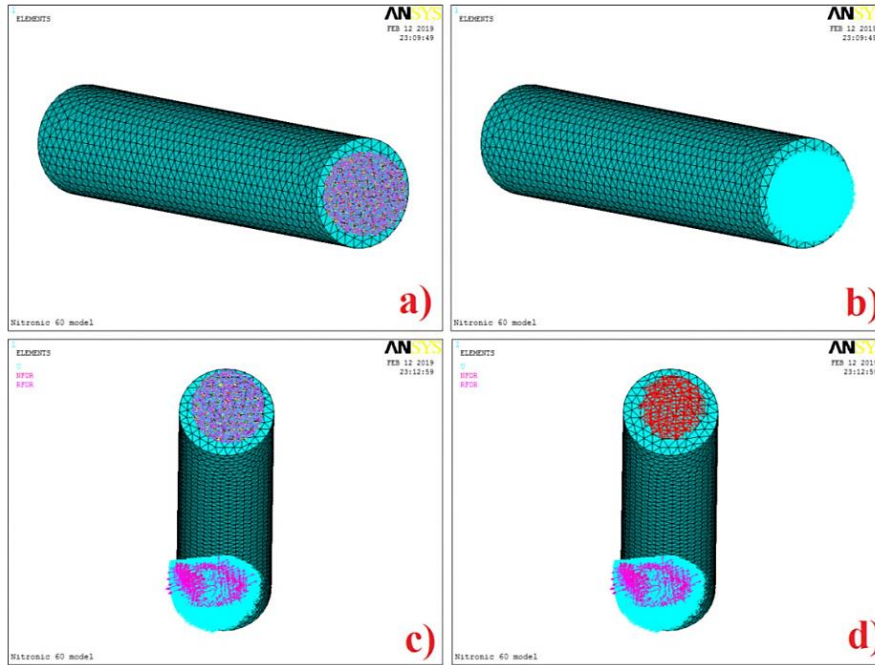
Nitronic 60 silindirik model çeliğinin prototipi oluşturulduktan sonra, bu model tabakasına Şekil 2’de gösterilen bir mesh bölümlendirilmesi uygulanır. Bunun için ANSYS yazılım veri modülünden “global size” 1 bölümlendirmesi seçilerek model hacmine uygulanır. Modele uygulanan mesh işlemi model tabakasına eşit ağ örtüleri şeklinde dağıtılmıştır. Burada mesh aralıkları çelik silindirik modele uygun sistem aralıklarıyla kontrollü bir şekilde uygulanmıştır.



Şekil 2. Nitronic 60 model çeliğinin mesh işlemi

2.3. Nitronic 60 Model Çeliğinin Sabitlenmesi ve Sınır Şartlarının Uygulanması

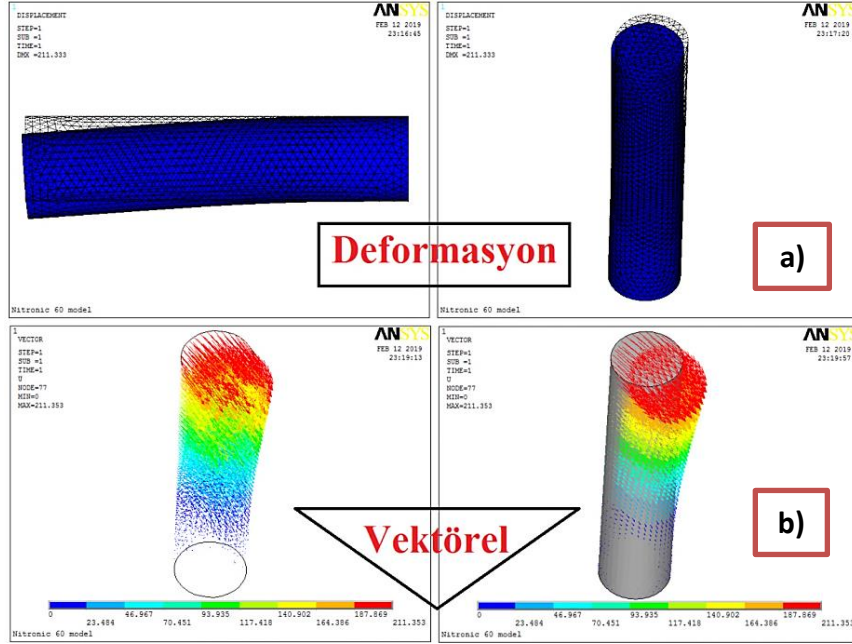
Nitronic model çeliğinin taban mesnet bölgesi, düğümlerinden noktalar oluşturularak sabitleme noktaları oluşturulur (Şekil 3a-b) Bu noktalar seçildikten sonra bölgeler bütün eksenlerde sabitlenir. Sabitlenen model çeliğine dik eksen yönünde mekanik özelliklere bağlı olarak 10000 N/mm^2 basınç tanımlaması yapılır. Bu tanımlamada da üst taban bölgesi seçilerek model çeliği çözümleme aşamasına geçirilir (Şekil 3c-d). Nitronic 60 model çeliğinin dik eksen yönünde orta ekseninden de düğüm noktaları seçilip aynı basınç değerinde 10000 N/mm^2 uygulanarak mekanik veriler çözümleme aşamasında kıyaslanır.



Şekil 3. Nitronic 60 model çeliğinin a) taban bölgesi düğümlerinden noktalar seçilmesi b) sabitleme tanımlaması c) dik eksene basınç tanımlaması d) basıncın uygulanması

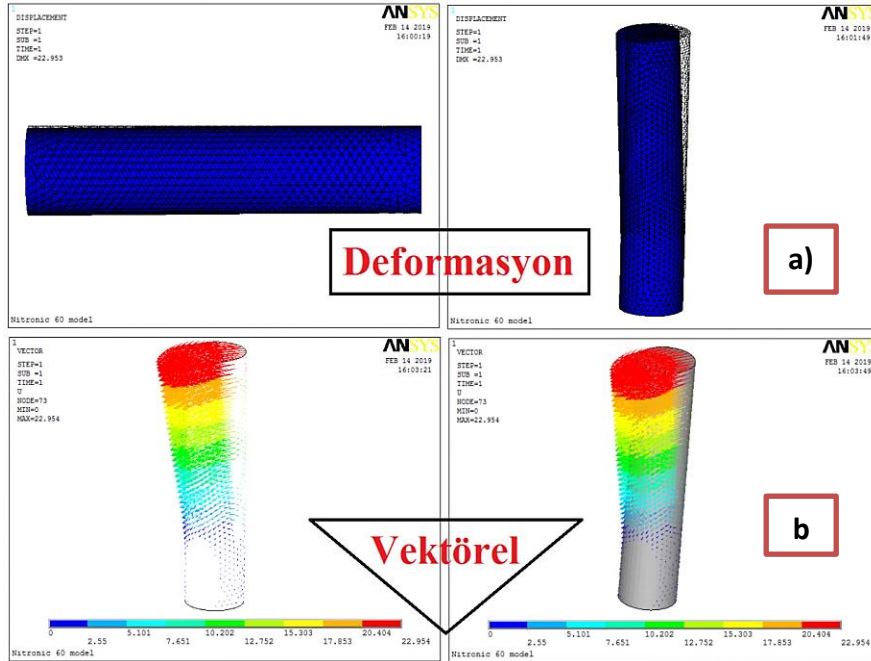
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Nitronic 60 model çeliğinin ANSYS paket yazılımında dik eksen yönünde ve buna bağlı orta eksene uygulanan basınç yükleme analizlerinin çözülmesi sonucunda 31102 element ve 45105 düğüm sayısı oluşmuştur. Model çelik hacmin deformasyon değişimleri, vektörel yer değişimleri ve eksenlere göre yer değiştirme simülasyon analizleri incelendi. Şekil 4'de Nitronic 60 model çeliğinin dik eksende uygulanan basıncın etki ettiği deformasyon ve vektörel değişimleri incelenmiştir.



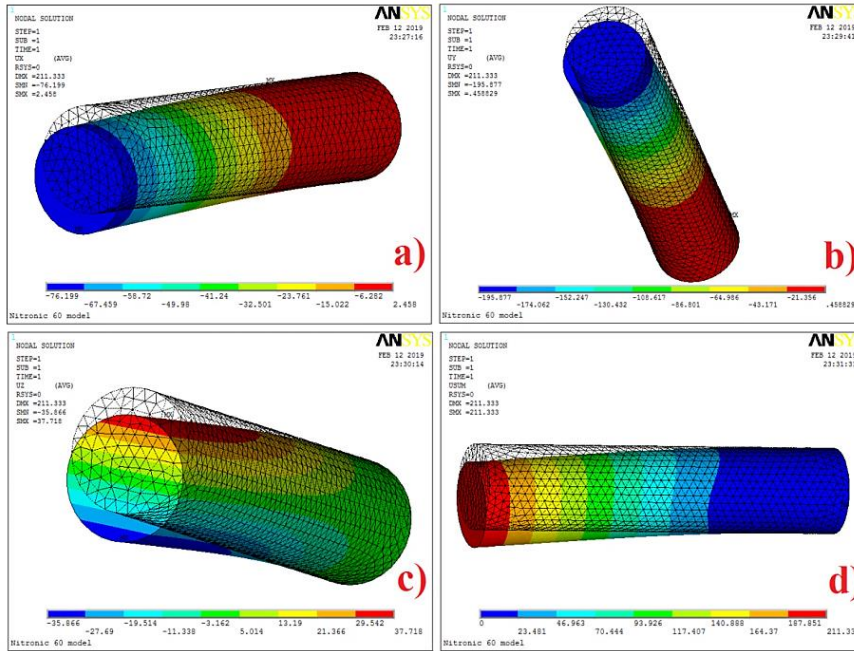
Şekil 4. Nitronic 60 model çeliğinin dik ekseninde a) deformasyon değişimleri b) vektörel mekanik yer değişimleri

Şekil 5’de Nitronic 60 model çeliğinin orta ekseninde uygulanan basıncın etki ettiği deformasyon ve vektörel değişimleri incelenmiştir.



Şekil 5. Nitronic 60 model çeliğinin orta ekseninde a) deformasyon değişimleri b) vektörel mekanik yer değişimleri

Nitronic 60 model çeliğinin Şekil 4 ve 5'deki dik eksen ve orta eksen de oluşan deformasyon değişimleri incelenirse, burada oluşan en fazla deformasyon etkisi dik eksen de görülmüştür. Orta eksen de bu oran daha düşüktür. Buradaki sebep, orta eksen merkez nokta konumundadır. Basınç etkisi taban alt ve üst bölgelere yayılarak merkez noktasında max. değerini oluşturur. Yükün dik eksen konumunda malzeme basıncın uygulandığı sırada sabitlenen bölgeden aşağı doğru çekme etkisi oluşturularak şekil değişimine uğrar. Böylece dik eksen uç nokta olduğu için en çok deformasyon değişimi burada oluşur. Vektörel yer değiştirmeler bileşke vektör olarak adlandırılırlar. Burada model çeliği vektörel açıdan incelenirse, doğru orantılı olarak deformasyon değişimi ile aynı sonucu verir. Vektörel bileşenler dik eksen de 211 N/mm^2 çekme etkisi oluştururken orta eksen de bu çekme etkisi 22 N/mm^2 olarak incelenmiştir. Burada görüldüğü gibi vektörel bileşenlerin çekme etkisi en fazla dik eksen de görülmektedir. Analizlerin biri çizgi formu (line) diğeri katı model (solid) şekli olmak üzere 2 farklı görünümde incelenmiştir. Vektörel dağılımların sonucu analizi mekanik stres incelenmesinde, dik eksen de gerilmeler taban bölgesine doğru hızla ilerlerken orta eksen de gerilme dağılımı çok yavaş bir etkide merkez noktadan taban bölgesine doğru oluşmuştur. En çok mekanik zorlanmanın dik eksen de görüldüğü gözlemlenmiştir.

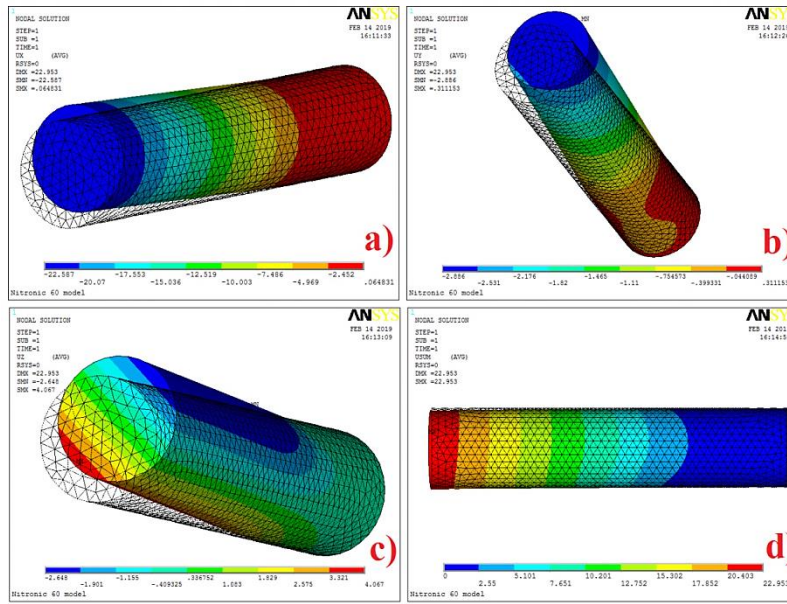


Şekil 6. Nitronic 60 model çeliğinin dik eksen de a) x eksenindeki yer değiştirmesi b) y eksenindeki yer değiştirmesi c) z eksenindeki yer değiştirmesi d) yer değiştirme global vektör toplamları

Şekil 6'da Nitronic model çeliğinin dik eksenlere bağlı düğümsel yer değiştirme analizleri verilmiştir.

Şekil 6a'daki model çeliğin dik eksenindeki x bileşenin yer değiştirmesinde yüke bağlı basma etkisi 76 N/mm^2 iken Şekil 6b'de y eksenindeki yer değiştirmesinde bu oran 195 N/mm^2 'dir. Z eksenine bağlı yer değiştirme oranı ise Şekil 6c'de 35 N/mm^2 değerinde basma etkisi göstermiştir. Şekil 6d'de toplam vektörel yer değiştirme çekme etkisi ise 211 N/mm^2 olarak incelenmiştir. Aralarındaki stabil mekanik denge faktörü bu oranları korumakta olup, sonuçlar basınç oranına göre model çeliğinin mekanik özelliğini fazla etkilememiştir.

Şekil 7'de Nitronic model çeliğinin orta eksenlere bağlı düğümsel yer değiştirme analizleri verilmiştir.



Şekil 7. Nitronic 60 model çeliğinin orta ekseninde a) x eksenindeki yer değiştirmesi b) y eksenindeki yer değiştirmesi c) z eksenindeki yer değiştirmesi d) yer değiştirme global vektör toplamları

Nitronic 60 model çeliğinin orta ekseninden uygulanan basınç etkisinde, dik eksene kıyasla yer değiştirme oranları oldukça düşük etki etmiştir. Şekil 7a'da x ekseninde oluşan yer değiştirme oranı 22 N/mm^2 basma etkisi gösterirken, Şekil 7b-c'de y ve z eksenlerinde bu yer değiştirme oranları eşit olarak 2 N/mm^2 basma etkisi oluşturmuştur. Şekil 7d'de toplam vektörel yer değiştirme çekme etkisi ise 22 N/mm^2 olarak incelenmiştir. Yani x ekseninde

oluşan basma dayanımı ile toplam global eksenlerde oluşan çekme etkisi eşit incelenmiştir. Bunun sebebi orta eksenin yüke karşı göstermiş olduğu tepki merkez konumunda bütün eksenlere mekanik dağılımıdır. En çok max. mekanik dayanımın dik ekseninde 195 N/mm^2 ile y bileşen yer değiştirmesinde görülmektedir. Min. basma dayanımı ise orta ekseninde 2 N/mm^2 ile y ve z eksenlerinde gözlemlenmiştir.

4. SONUÇLAR

Çalışmanın özgün değeri, özel ve mukavemet direnci yüksek olan Nitronic 60 model çeliğinin sonlu elemanlar programlarından ANSYS paket yazılımında yüke göre eksenler arası mesafede yer değişim faktörleri belirlenmektedir. Bu tür yazılımlarla deneyden önce değişim faktörleri belirlenerek test imkânı yapılır. Nitronic 60 model çeliğinin ANSYS 12.0 paket yazılımında uygulanan basınç etkisinde 3D boyutsal inceleme sonuçları aşağıdaki verilmiştir:

- Nitronic 60 model çeliğinin en fazla deformasyon etkisi dik ekseninde görülmüştür. Orta ekseninde bu oran daha düşüktür. Vektörel bileşenler dik ekseninde 211 N/mm^2 çekme etkisi oluştururken orta ekseninde bu çekme etkisi 22 N/mm^2 olarak incelenmiştir. Vektörel bileşenlerin çekme etkisi en fazla dik ekseninde görüldüğü incelenmiştir. Vektörel dağılımların mekanik stres incelenmesinde, dik ekseninde gerilmeler taban bölgesine doğru hızla ilerlerken orta ekseninde gerilme dağılımı çok yavaş bir etkide merkez noktadan taban bölgesine doğru oluşmuştur. En çok mekanik zorlanmanın dik ekseninde görüldüğü gözlemlenmiştir.
- Model çeliğin dik eksenindeki x bileşenin yer değiştirmesinde yüke bağlı basma etkisi 76 N/mm^2 iken y eksenindeki yer değiştirmesinde bu oran 195 N/mm^2 'dir. Z eksenine bağlı yer değiştirme oranı 35 N/mm^2 değerinde basma etkisi göstermiştir. Toplam vektörel yer değiştirme çekme etkisi 211 N/mm^2 olarak incelenmiştir. Model çeliğin orta ekseninde oluşan yer değiştirme oranı 22 N/mm^2 basma etkisi gösterirken, y ve z eksenlerinde bu yer değiştirme oranları eşit olarak 2 N/mm^2 basma etkisi oluşturmuştur. Toplam vektörel yer değiştirme çekme etkisi 22 N/mm^2 olarak incelenmiştir. X ekseninde oluşan basma dayanımı ile toplam global eksenlerde oluşan çekme etkisi eşit incelenmiştir. Model

çeliğinin kimyasal içeriği Ni ve Cr yönünden zengin olduğu için tespit edilen mekanik sonuçlar malzemenin oldukça darbe tokluğunun ve sertleşme kabiliyetinin yüksek olduğunu orantılı olarak ispatlamıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Figes Engineering, <http://www.figes.com.tr/english/ansys/ansys.php>, (Son Erişim Tarihi: 16 Mart 2019).
- [2] Hsu T, Sınha D.K. Computet Aided Design: An Integrated Approach. West Publishing Company, St Paul, 1992.
- [3] Birçelik Paslanmaz Çelik Tic.A.Ş. <https://bircelik.com/tr/kategori/nitronic-60> , (Son Erişim Tarihi: 17 Mart 2019).
- [4] Bozhong Metal Group Co., Ltd. http://www.bzmetal.com/product_detail/nitronic-60/s21800/alloy-218-sheet/bar/pipe-15145253369360959.html , (Son Erişim Tarihi: 17 Mart 2019).
- [5] MatWebMaterial, <http://www.matweb.com/search/datasheettext.aspx?matguid=267b612f142c4baf97adfcfcc85b4b99> , (Son Erişim Tarihi: 17 Mart 2019).
- [6] Kaymaz K, Zengin B, Aşkın M, Taşkaya S. Sandviç Kompozit Tabakalarında Mekanik Gerilmelerin Basınca Bağlı Olarak Ansys Yazılımı İle İncelenmesi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, (CMES 2018 Sempozyum Ek sayısı), pp. 79-93, 2018.
- [7] Gür A.K, Taşkaya S, Katı N, Yıldız T. 3D Kafes Çatı Modelinin Ansys Yöntemiyle Mekanik Gerilmelerinin İncelenmesi. 2nd International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (IMSTEC'17). Nevşehir, pp. 11-15, 2017.
- [8] Gür A.K, Taşkaya S, Yıldız T, Katı N. Metal Matrisli Kompozit Malzemelerde Sıcaklığın Etkisiyle Sürünme ve Elastik Özelliklerin Ansys Yöntemiyle İncelenmesi. 2nd International Conference on Material Science and Technology İn Cappadocia (IMSTEC'17). Nevşehir, pp. 171-177, 2017.

- [9] Taşkaya S. Zengin B, Kaymaz K. Investigation of Force and Moment Effect of St 37 and St 70 Roof Lattice Steels In Ansys Program. Middle East Journal Of Science, 4 (1): 23-35, 2018.
- [10] Taskaya S., Taskaya S. Investigation of Static Structure Effect According to Axial Coordinates by Using Finite Element Method in Ansys Workbench Software of AISI 310 Austenitic Stainless Cylindrical Model Steel. International Journal of Scientific Engineering and Science, 2(11): 65-70, 2018.
- [11] Taşkaya S. St 37 Çeliğinin Ansys Programında Basınca Bağlı Olarak Mekanik Gerilmelerin İncelenmesi. The Journal of International Manufacturing and Production Technologies, 1(1): 39-46, 2017.
- [12] Taşkaya S. Investigation of Mechanical and Elastic Stresses In Ansys Program By Finite Elements Method of 3D Lattice Roof Model. Mugla Journal of Science and Technology, 4 (1): 27-36, 2018.
- [13] Taskaya S., Taskaya S. Investigation of Static Structure Effect According to Axial Coordinates by Using Finite Element Method in Ansys Workbench Software of AISI 310 Austenitic Stainless Cylindrical Model Steel. International Journal of Scientific Engineering and Science, 2(11): 65-70, 2018.
- [14] Taskaya S., Taskaya S. Mapping of Stress Distributions of Hangar Roof Systems in Ansys Software. International Journal of Advance Engineering and Research Development, 6(2): 82-89, 2019.
- [15] Taskaya, S., Gur, A. K., Orhan, A. Joining of Ramor 500 Steel by Submerged Welding and its Examination of Thermal Analysis in Ansys Package Program. Thermal Science and Engineering Progress, 11: 84-110, 2019.
- [16] HighPerformanceAlloys, Inc., https://www.hpalloy.com/Alloys/descriptions/NITRONIC_60.aspx , (Son Erişim Tarihi: 17 Mart 2019).
- [17] Austral Wright Metals, <https://www.australwright.com.au/stainless-steel-nitronic-60-uns-s21800/> , (Son Erişim Tarihi: 17 Mart 2019).