



DESIGN OPTIMIZATION OF CLUTCH DIAPHRAM SPRING WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHOD IN RESPECT TO STRESS AND LOAD CHARACTERISTIC

Alper Karaduman¹ Ali Rıza Yıldız²

Valeo Otomotiv Sistemleri¹, Bursa
Bursa Teknik Üniversitesi², Bursa

ABSTRACT

Clutch system which consists of Disc Assy, Flywheel and Pressure Plate Cover Assy is located between engine and gearbox. It provides transmitting engine torque and engine speed in addition to its function of absorbing oscillations during transmitting process.

Nowadays, Passenger cars have tendency on high torque applications into small size of clutches and there is high load requirement with high endurance capacity. So one of the functions of the Pressure Plate Cover Assembly is to transmit engine torque and engine speed by ensuring engagement and diaphragm element of Pressure Plate Cover Assembly generates required axial load so as to transmit torque transmission and complete engagement mechanism. Diaphragm, which has contact with Cover, pressure plate and release bearing, acts like a spring because of its structure. Moreover, Disc, which inserted between pressure plate and flywheel, is compressed as a result of axial load and engagement mechanism occurs. On the other hand, Transmission of engine torque and engine speed to gear box is interrupted as a result of applied axial displacement on release bearing contact. In this paper, Optimum load and stress results of diaphragm which runs during engagement and disengagement, has been investigated with differential evolution algorithm.

Keywords: Clutch, Transmission, Diaphragm, Load Curve, Optimization

ÖZET

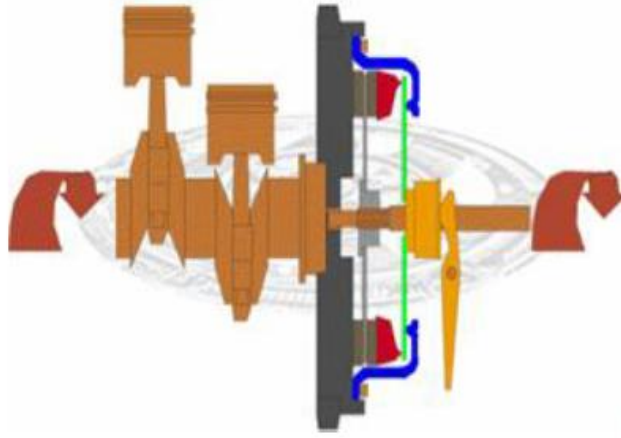
Disk, Volan ve Baskı Plakasından oluşan debriyaj sistemi motor ile vites kutusu arasında bulunmaktadır. Debriyaj sistemi motor torkunun, motor hızının iletimini onun tork iletimi süresince titreşim sönümlleme fonksiyonuna ek olarak tork iletimini sağlar. Son günlerde binek araçlar küçük debriyaj boyutlarında yüksek tork uygulamalarına eğilim göstermektedir. Bu yüzden debriyaj sisteminin elemanlarından olan baskı kompleksinin fonksiyonlarından birisi kavramayı sağlayarak motor torkunu ve hızını iletmektedir ve baskı kompleksinin elemanı olan diyafram elemanı tork iletiminin sağlanması ve kavrama mekanizmasının tamamlanması için gerekli olan eksenel yükü oluşturur. Kapak, baskı plakası ve rulman ile temasta olan diyafram elemanı, yapısı gereği yay gibi davranış gösterir. Bununla birlikte baskı plakası ve volan arasında bulunan disk uygulanan eksenel yükün sonucu olarak sıkışır ve kavrama mekanizması gerçekleşir. Diğer yandan motor torku ve hızının vites kutusuna iletimi rulman temas noktası üzerinden uygulanan eksenel deplasman sonucunda kesilir. Bu çalışmada, debriyaj sistemi

temel elemanlarından olan diyafram yay diferansiyel gelişim algoritması ile eniyilenmiştir ve yük, gerilme ve geometrik limitler kısıt iken asgari kütle amaç fonksiyondur. Bu bildiride, ayırma ve kavrama süresince çalışan diyaframın optimum yük ve gerilim değerleri diferansiyel gelişim algoritması ile incelenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Debriyaj, Kavrama, Diyafram, Yük Eğrisi, Gerilme, Optimizasyon

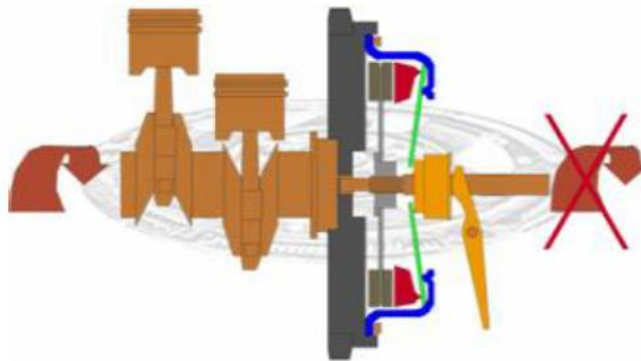
1. Giriş

Debriyaj sisteminde diyaframdan gelen kavrama yükü volan ile baskı plakası arasında yer alan disk baskı plakası vasıtasıyla sıkıştırarak kavrama gerçekleşir dolayısıyla motordan vites kutusuna motor devrinden gelen hız ve tork iletimi sağlanır.

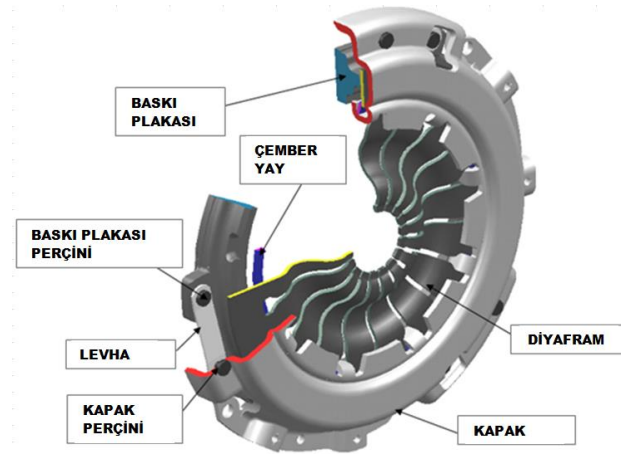


Şekil 1 Debriyaj sistemi kavrama durumu

Araçta debriyaj pedalına basıldığı durumda iç çap kısmından sıkıştırılan diyafram yay dış çap kısmından tersine yönde hareket ederek baskı plakası üzerindeki yükü azaltır ve volan ile baskı plakası arasındaki disk ile teması keser ve ayırma sağlanır.



Şekil 2 Debriyaj sistemi ayırma durumu



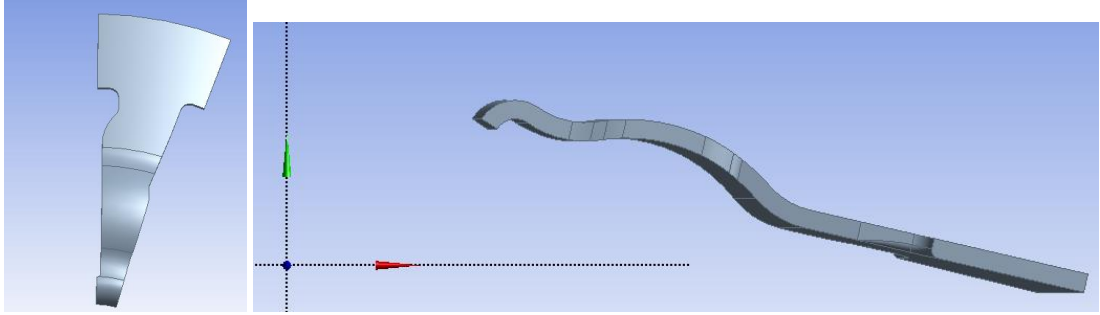
Şekil 3 Baskı kompleksi elemanları

Kapak temas noktası ve baskı plakası temas noktasından sabitlenen diyafram yay, baskı plakası temas noktasından kurs verilmesi sonucunda önce pozitif katılıkta sonra negatif katılıkta davranış gösterir. Diyafram yük karakteristiğini, diyaframın kalınlığı, diyaframın acısı, kapak temas çapı, baskı plakası temas çapı, diyafram iç çapı, dış çapı ve diyafram üzerindeki boşaltmaların merkeze göre çapı belirler. Uygun olmayan diyafram karakteristiği vites geçmeme problemine ve debriyaj ömrünün az olmasına sebep olur. Hatta uygun tasarlanmayan diyafram karakteristiği diyaframın kırılmasına ve motorun durmasına sebep olabilir. Kavrama sisteminin istenen fonksiyonları yerine getirmesinde diyaframın performansı ve dayanımı oldukça önemlidir. Diyafram her bir vites geçişinde ve çalışma anında yük oluşturur ve diyafram üzerinde belirli bir seviyede gerilme olur. Milyonlarca kez tekrarlı yüke maruz kalan bu parçanın, debriyaj içerisinde hareket ederken oluşacak gerilmelere karşı yeterince dayanıklı olması gerekir ve diyafram tasarımında hafiflik faktöründe vites geçme sırasında atalet kuvvetlerini azaltmak yönünden önemlidir.

2. Sonlu Elemanlar Modeli ve Malzeme Tanımlamaları

Geometri ansys geometry modeli altında parametrik olarak bütün modelin simetrik modelini sağlayacak şekilde oluşturulmuştur. Diyafram yayın mesh işlemi ve parametrik modeli tanımlandıktan sonra mesh model APDL model içerisine transfer edilmiştir. Parametrik model kullanılarak 17 farklı parametre dikkate alınarak veri havuzu oluşturulmuştur. Bu çalışmada hafiflik amaç fonksiyon olarak, istenen yük ve asgari gerilme kısıt fonksiyon olarak belirlenmiştir. Belirlenen kısıtlar ve amaç

fonksiyon yönünde diferansiyel gelişim algoritması kullanılarak optimizasyon gerçekleştirilmiştir.

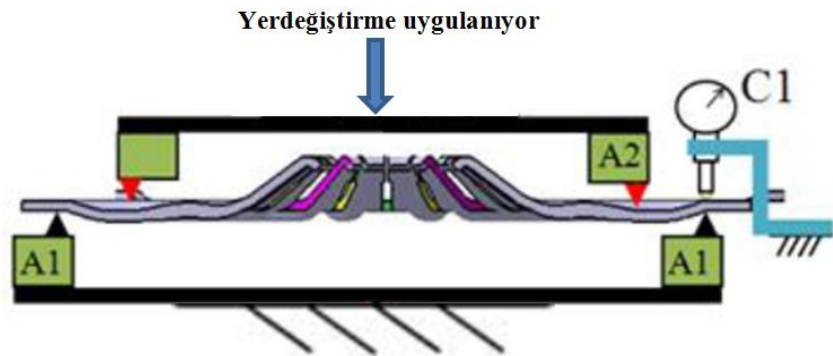


Şekil 4 Diyafram yayı cad modeli

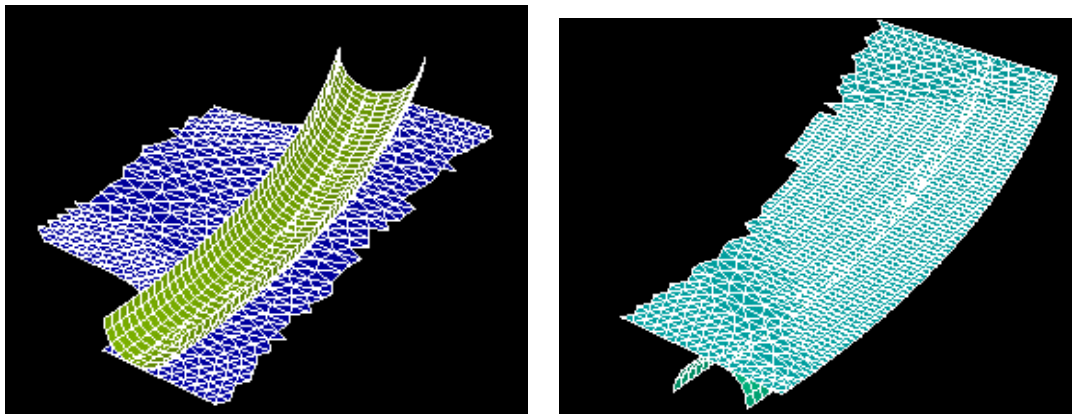
Diyafram yayı 51CrV4 malzemenen üretilmektedir. 51CrV4 malzemenin young modülü $E=210000$ MPa, yoğunluk $d=7850$ kg/m³ ve Poisson oranı 0.25 alınarak sonlu elemanlar analizi Ansys (APDL) sonlu elemanlar analizi gerçekleştirilmiştir.

3. Yükleme ve Sınır Koşulları

Diyafram yayı elemanının ölçümü kapak bağlantı noktasının sabit tutulup ve baskı plakası bağlantı noktasından kurs verilmesi ile yapılmaktadır.



Şekil 5 Diyafram Yük Ölçümü



Şekil 6 Ansys(Fem) baskı plakası, kapak ve diyafram temas durumu

Diyafram yayı sonlu elemanlar modelinde rijit kapak mesnet noktasından z ekseninde kurs uygulanmaktadır. Z ekseninde kurs verilerek yükleme koşulları ve çalışma koşulları simule edilmiştir. Diyafram z ekseninde kurs verildiğinde kavrama oluştuğu ve ayırma oluştuğu durumda yükü ve gerilme değerini yansıtmaktadır.

Rijit kapak mesnet elemanının rotasyonel hareketi engellenmiştir ve sadece z ekseninde hareket edebilmektedir. Bununla birlikte rijit baskı plakası elemanı rotasyonel ve eksenel olarak hareketi engellenmiştir.

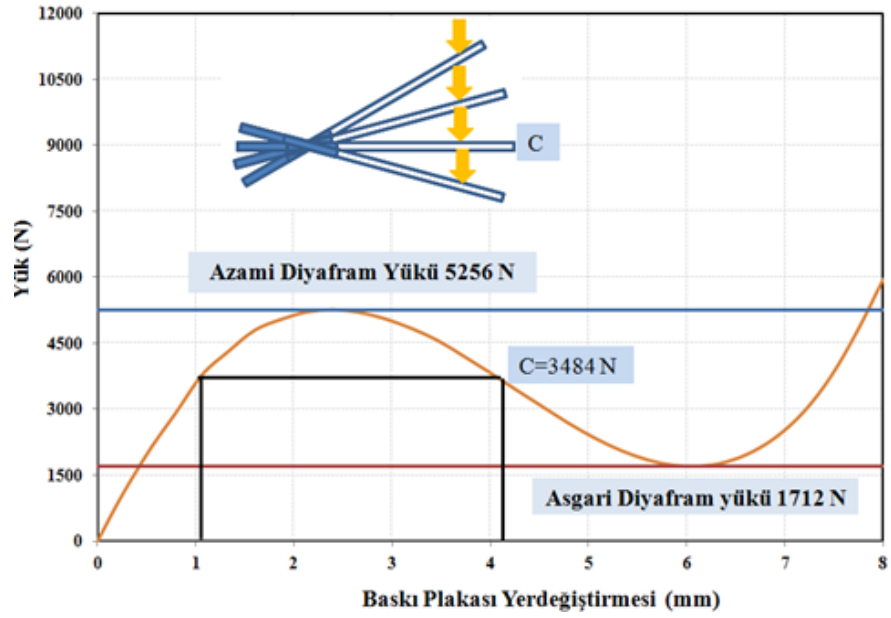
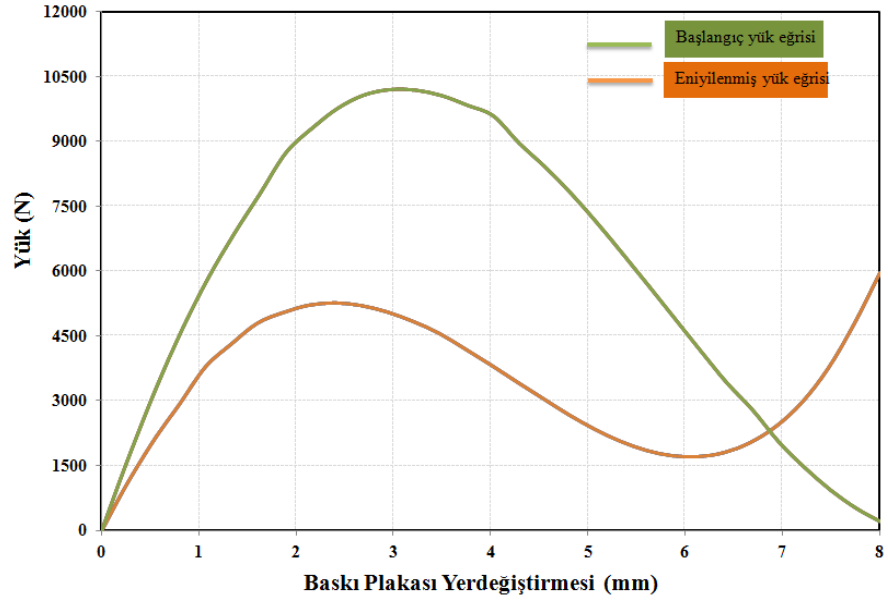
4. Sonlu Elemanlar Çözümü ve Diyafram Yayın Optimizasyonu

Çizelge 1 Optimizasyon işlemi sonucunda 17 parametrenin değerleri

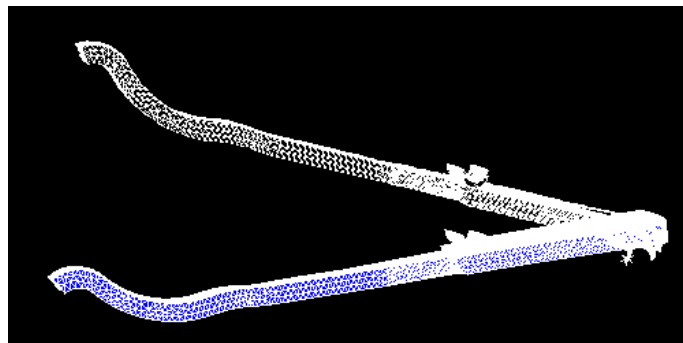
Parametreler	Başlangıç Parametreler	En İyilenmiş Parametreler	Değişken Aralığı	
			Asgari	Azami
X1 (mm)	19,1	23,95	18,55	23,95
X2 (mm)	4,9	4,8	4,8	8
X3 (mm)	3,8	6,3	2,1	8
X4 (mm)	13,3	13,2	2,4	33,9
X5 (mm)	23,6	17,3	17,3	26
X6 (mm)	78,4	73,2	73,15	81,4
X7 (mm)	106,4	98,6	98,6	106,6
X8 (mm)	2,4	2,2	1,8	3,3
X9 (°)	13,93	11,39	10,28	14,73
X10 (mm)	13,6	26,1	11,4	29,7
X11 (mm)	11,2	6,8	5,5	8
X12 (°)	2,33	3,69	0,51	6,86
X13 (mm)	5,64	1,55	1,55	4,67
X14 (mm)	0,46	0,11	0,11	5,89
X15 (mm)	34,4	36,6	33,5	38
X16(mm)	26,965	15	6,665	27,165
X17 (mm)	11,3	12,9	9	12,9

Çizelge 2 Optimizasyon işlemi sonucu

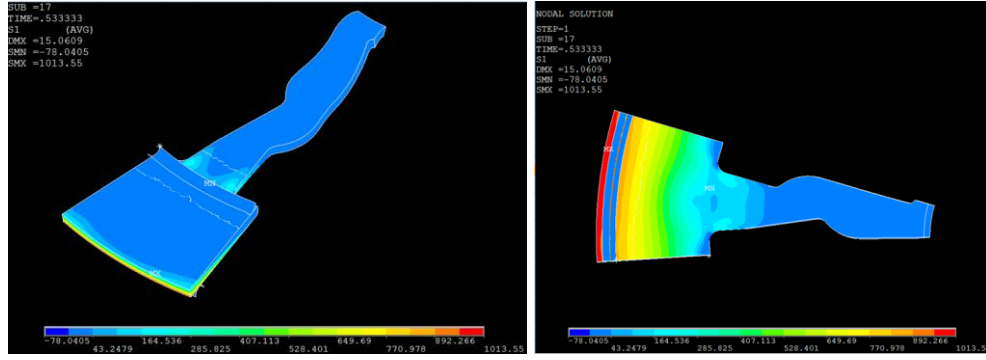
Optimizasyon (140Nm motor torku için)	Amaç Fonksiyon (gr)	Kısıt Fonksiyon	
		Yük (N)	Gerilme (MPa)
Başlangıç Tasarım	525 gr	5210	1473
Hedef Tasarım	<400 gr	3465-3900	<1500
Eniyilenmiş Tasarım	393 gr	3484	1105



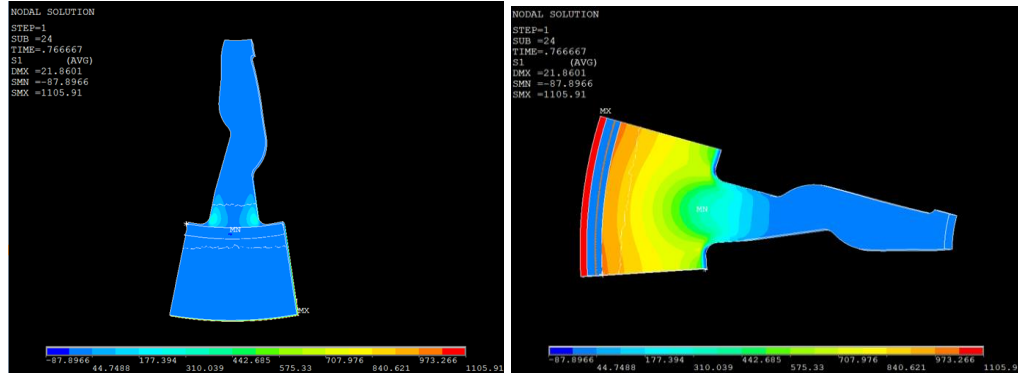
şekil 7 Optimizasyon sonrası diyafram yük eğrisi



şekil 8 Diyafram analiz öncesi ve sonrası durumu



Şekil 9 FEA Diyafram kurulu durumunda gerilme durumu üstten alttan görünüş



Şekil 10 Diyafram ayırma durumunda gerilme durumu üstten alttan görünüş

5. Değerlendirmeler

Diyafram yayının yük ve gerilme optimizasyonunun gerçekleştirildiği bu çalışmada rastgele seçilen diyafram tasarım parametrelerinin yük ve gerilme karakteristiğinin 140 Nm motor torkunu iletebilecek şekilde parametrelerin optimizasyonu yapılmıştır. Analizler sonucunda diyafram parametrelerinin eniyilenmiş değişkenleri belirlenmiştir. Bu tez çalışması sonucunda bir optimizasyon yönteminin uygulanması ile ürün yük karakteristiğinin ve gerilme değerinin eniyilenmiş olarak belirlenmesi teorik olarak sağlanmıştır. İzlenen yöntem ve çalışma sonucunda diyafram üzerine farklı araç çalışma koşulları için çalışma yapılma potansiyeli oluşturmaktadır.