DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KOMPOZİT MALZEME ZİNCİR BAĞLANTISININ GERİLME ANALİZİ

Can GÜRBÜZ

Ekim, 2005
İZMİR

KOMPOZİT MALZEME ZİNCİR BAĞLANTISININ GERİLME ANALİZİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Makine Mühendisliği Bölümü, Konstrüksiyon – İmalat Anabilim Dalı

Can GÜRBÜZ

Ekim, 2005

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

CAN GÜRBÜZ, tarafından **Doç. Dr. MİNE DEMİRSOY** yönetiminde hazırlanan **"KOMPOZİT MALZEME ZİNCİR BAĞLANTISININ GERİLME ANALİZİ"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mine DEMİRSOY

Yönetici

Yrd. Doç. Dr. Çiçek ÖZES
Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Gökdeniz NEŞER
Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜRLER

Bu projenin başlangıcından bitimine kadar her aşamada özverili yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Mine DEMİRSOY' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Projede kullanılan kompozit malzemeleri üreten İzoreel Kompozit Malzemeler Ltd. Şirketi' ne, plaka şeklinde hazırlanmış kompozit malzemeyi CNC tezgahında kesilmesine izin veren HERSAN MAKİNA KALIP Ltd Şirketi' ne ve çalışanlarına, deney aparatının kullanılmasına izin veren ve bu konuda yardımcı olan bütün Mekanik Ana bilim Dalı öğretim üyelerine, ANSYS programının kullanımında yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Çiçek ÖZES' e ve son olarak projenin deney kısmında bana yardımcı olan arkadaşım Özgür Önder Ertürkan' a ayrıca teşekkür ederim.

Can GÜRBÜZ

KOMPOZİT MALZEME ZİNCİR BAĞLANTISININ GERİLME ANALİZİ

ÖZ

Bu araştırmada, kompozit malzemeden (epoksi – cam elyaf) üretilmiş olan değişik geometrilerdeki zincir bağlantı parçaların farklı kuvvetler altında gerilme analizlerinin deneylerle ve nümerik analizlerle yapılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. Numuneler 4 mm ve 5 mm kalınlığındadır. Numunelerde 4 adet pim deliği bulunmaktadır. Pimlerden ikisi 6 mm (D_1) ve diğer ikisi 8 mm (D) çapındadır. Çapları 6 mm olan iki pimin merkezleri arasındaki mesafeler (E_1) değişken olup, çapları 8 mm olan pimler arasındaki mesafe her numunede sabittir. W/D_1 oranları 3, 4, 5 ve E_1/D_1 oranları da 1,6, 1,7, 1,8, 1,9 olarak alınmıştır. Deneyler; E_1/D_1 oranlarının değiştiği pimlere, 2,5 kilogramlık dış kuvvet ve diğer pimlere Instron - 1114 çekme cihazıyla çeşitli kuvvetler (0 – 1500 N) uygulanarak yapılmış ve aynı işlem 5 kilogramlık dış kuvvet uygulanarak tekrarlanmıştır. Yapılan bu deneyler, ANSYS 5.4 programında sonlu elemanlar metoduyla aynen simüle edilmiştir. Ancak ANSYS programında yapılan nümerik analizler 250, 500, 750, 1000, 1250 ve 1500 N' luk kuvvetler için yapılmıştır.

Anahtar sözcükler : kompozit malzeme, zincir bağlantı, sonlu eleman, gerilme analizi

STRESS ANALYSİS OF THE COMPOSITE CHAIN COMPONENT

ABSTRACT

In this study, the stress analysis of the composite (epoxy – glass fibre) chain component specimens in different geometries were investigated under different tensile forces by using experimental and numerical analysis, and the comparisons were made between the numerical and experimental results. Each specimen was produced in two different thicknesses (4 mm, 5 mm), and there are 4 pin holes on each specimen. Diameters of two pin holes are 6 mm (D_1) , and the other ones are 8 mm (D). While the distance (E_1) between the centers of the pin holes, which diameters are 6 mm, are different for each specimen with the same thicknesses, the distance between the other two pins stays constant. The width to diameter (W/D_1) ratios and distance between centers of pin holes to diameter (E_1/D_1) were changed from 3 to 5 and 1,6 to 1,9, respectively. Experiments were firstly performed loading the two pins, which have different E_1/D_1 ratios, with 2,5 kg and applying various tensile forces (between 0 – 1500 N) on the other pins by the Instron – 1114 Tensile Testing Machine. Then, the procedure was repeated loading the two pins with 5 kg. ANSYS 5.4 with finite elemnt method program was used for the numerical analysis. These analysis were perfromed for only 250, 500, 750, 1000, 1250 and 1500 N tensile forces.

Keywords: composite material, chain component, finite element method, stress analys

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU..…….……ii
TEŞEKKÜRLER……...…….……..……...iii
ÖZ……..…….……..……...iv
ABSTRACT.....……...……...v

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

BÖLÜM İKİ – KOMPOZİT MALZEMELERİN GENEL TANIMI ve SINIFLANDIRILMASI……...5

2.1 Kompozit Malzemelerin Genel Tanımı 5
2.2 Kompozit Malzemelerin Yapı Bileşenleri 5
2.3 Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması..... 6
2.3.1 Epoksi..... 6
2.3.2 Cam Elyaf..... 7

BÖLÜM ÜÇ – DENEYDE KULLANILAN PARÇALARIN TANITILMASI, DENEY VE ANALİZLERİN YAPILIŞI……...8

3.1 Deneylerde Kullanılan Parçaların Tanıtılması 8
3.2 Deney ve Analizlerin Yapılışı..... 9

BÖLÜM DÖRT – DENEYLERDE KULLANILAN EPOKSİ – CAM ELYAF KOMPOZİT MALZEMESİNİN ÜRETİMİ……..13

4.1 Üretim Aşamaları..... 13

BÖLÜM BEŞ – MALZEME ÖZELLİKLERİNİN BULUNMASI……..17

5.1 Çekme Deneyi..... 17
5.1.1 İzin Verilen Maksimum Çekme Mukavemetlerinin Tespiti 17

5.1.2 Enine, Boyuna ve 45º" lik Yöndeki Şekil Değiştirmelerin Tespiti…..18
5.1.2.1 Strain – Gauge' lerin Bağlanması 18
5.1.2.2 Enine Numune İle Yapılan Deney 18
5.1.2.3 Boyuna Numune İle Yapılan Deney 19
5.1.2.4 45° lik Numune ile Yapılan Deney 19
5.1.3 E_1, E_2 ve E_x Elastisite Modüllerinin Hesaplanması 19
5.1.4 Poisson Oranı' nın Hesaplanması (υ_{12})…….21
5.1.5 Kayma Modülünün Hesaplanması (G_{12})……...21
5.1.6 Yoğunluğun Hesaplanması 21

BÖLÜM ALTI – ANSYS PROGRAMININ TANITILMASI, MODELLEMENİN VE ANALİZİN YAPILIŞI.....23
6.1 ANSYS' in Tanıtılması 23
6.2 Deneyi Yapılan Parçanın Modellenmesi ve Analizi 23
6.2.1 Parçanın Modellenmesi..... 24
6.2.2 Contact Elemanın Modellenmesi 27
6.2.3 Malzeme Özelliklerinin ANSYS' e Tanıtılması 28
6.2.4 Parçanın Birim Elemanlara Ayrılması (Mesh)..... 29
6.2.5 Contact Elemanın Oluşturulması 31
6.2.6 Sınır Şartlarının ve Kuvvetlerin Oluşturulması 34
6.2.7 Analizin Yapılışı ve Sonuçların Okunması..... 37

BÖLÜM YEDİ – DENEY, ANALİZ SONUÇLARI VE KARŞILAŞTIRILMALARI……..38
7.1 Deney Sonuçları..... 39
7.2 Analiz Sonuçları..... 87
7.3 Deney ve Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması..... 138

BÖLÜM SEKİZ – SONUÇLAR……171

KAYNAKÇA……...……173

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

Bilindiği gibi, günlük yaşantımızdaki ihtiyaçlar doğrultusunda ve teknolojinin ilerlemesiyle yeni üstün nitelikli malzemelere ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır. Çoğu malzemenin aynı anda birçok zorluğa karşı dayanıklı olması istenmeye başlamıştır. Bunun yanı sıra malzemelerin hafif olması gerekliliği de ortaya çıkmıştır. Bunun nedenini de enerji tasarrufudur. Enerji tasarrufunu arttırabilecek en kolay çözüm ise, yapılacak sistemin ağırlığını olabildiğince azaltmaktır. Bu da şu şekilde açıklanabilir. Bir sistemde harcanan enerjinin, bir kısmı iş için harcanırken diğer kısmı da sistemin hareketli mekanizmalarının ataleti ve sürtünme kuvveti için harcanmaktadır. Sistem ne kadar hafif yapılırsa sistemin ataleti ve dolayısıyla buna harcanacak enerjide de azalma görülecektir.

Bu ihtiyaçların doğrultusunda kompozit malzemeler ortaya çıkmıştır. Bu malzemelerin en büyük avantajları, istenen veya bir makine elemanından beklenebilecek her türlü dayanımda malzemenin üretilebilmesi ve mukavemet/ağırlık oranının düşük olmasıdır. Kompozit malzemelerin kullanım alanları başında uzay ve uçak sanayi gelmektedir. Bunun nedeni ise, üretim aşamalarının ve ham maddenin pahalı olmasıdır. Ancak çeşitli ucuz üretim şekilleri bulundukça kompozit malzemelerin kullanımı da yaygınlaşmaktadır.

Kullanımın yaygınlaşmasındaki diğer bir nedeni ise, kompozit malzemelerle ilgili daha çok araştırmanın yapılmaya başlanmasıdır. Çünkü halen kompozit malzemelerin, değişik ortamlardaki ve değişik yükleme koşullarındaki davranışları tam olarak bilinememektedir. Bu nedenle son dönemlerde kompozit malzemelerle ilgili yapılan araştırmaların sayısında büyük bir artış olmaktadır. Yapılan araştırmaların bazıları pim delikli kompozit malzemelerle ilgilidir. Bu konuyla ilgili bugüne kadarki araştırmaları şu şekilde özetlenebilir.

Bir araştırmada, pim bağlantılı kompozit parçanın kuvvet altındaki davranışları incelenmiştir. Kompozit malzeme bileşeni olarak E/camı ve epoksi kullanılmıştır.

Deneyler iki farklı katman yönünde ([0/±45], [90/±45]) 20 farklı geometrideki parçalarla yapılmıştır. Bu araştırmada temel olarak pim bağlantısının hasar mekanizmasının nasıl olduğu ve çekme – kayma – yatak dayanımı incelenmiştir…. Aynı incelemeler bilgisayar ortamında da yapılmış ve deneylerle analizler karşılaştırılmıştı. Karşılaştırmalar sonunda deney sonuçlarıyla analiz sonuçlarının birbirine yakın olduğu görülmüştür (Okutan, Karakuzu, 2003).

Diğer bir araştırmada, "tek pim bağlantılı ve E/camı – epoksiden imal edilmiş kompozit malzemenin pim bölgesindeki hasar mekanizması deneysel ve nümerik olarak incelenmiştir. Sonuç olarak ise katma yönlerinin ve geometrilerin sonuçları önemli derecede etkilediği görülmüştür" (Okutan, 2002).

Kompozitler üzerine yapılan diğer bir araştırmada, değişik geometrilerdeki tek pim bağlantılı kompozit malzemenin kuvvet altındaki hasar dayanımı ve kuvvet altında gösterdiği hasar tipleri incelenmiştir…. Ayrıca incelemeler nümerik ve deneysel olarak incelenmiştir…. Hasar kriteri olarak Hashin ve Hoffmann kriterleri kullanılmıştır…. Karşılaştırmalar sonucunda ise deney ve analiz sonuçlarının birbirini desteklediği görülmüştür (İçten, Karakuzu, 2002).

Diğer bir araştırmada, parçanın genişliğinin pim deliğine oranının (W/D) ve pimin kenara olan mesafesinin pim çapına oranının (E/D) değişmesiyle tek pim bağlantılı kompozit malzemenin yatak dayanımının nasıl değiştiği deneysel olarak incelemiştir….. Deneysel sonuçlara göre, W ve E boyutları arttıkça maksimum kuvvet kapasitesinin arttığı görülmüştür (Okutan, Aslan, Karakuzu, 2001)….

Amerika' da yapılan bir araştırmada ise, "tek pim bağlantılı kompozit malzemenin yatak dayanımı incelenmiş ve deneyler için Yamada – Sun hasar kriteri, analizler için ise Chang – Scott – Springer karakteristik eğrisi kullanılmıştır…. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, analiz ve deney sonuçlarının uyum içerisinde olduğu görülmüştür" (Whitworth, Othieno, Barton, 2003).

Diğer bir araştırmada, sandviç kompozit malzemenin hasar analizi yapılmış ve hasar şekilleri incelenmiştir…. Bu araştırmada deneyler, W/D oranı 2, 3, 4, 5 değerleri ve E/D oranı 1, 2, 3, 4, 5 değerleri için yapılmıştır. Sonuçlara göre E/D ve W/D oranları arttıkça maksimum hasar kuvvetinin de arttığı göülmüştür (İçten, Sayman, 2003)….

Avustralya' da yapılan bir araştırmada ise, "değişik katman sayıları kullanılarak pim deliğinin çevresindeki dayanım arttırılmış ve katman sayısına göre incelenmiştir. Burada katman olarak hazır karbon yapılmış prepreg malzemeler kullanılmıştır" (Li, Kelly, Crosky, 2002).

Japonya' da yapılan bir araştırmada, "pim bağlantılı kompozit malzemelerin contact – problemlerindeki mekanik davranışların analizinde kullanmak üzere alt bölgelerle sonlu eleman analizi üzerinde inceleme yapılmıştır…. Contact – yüzeylerdeki sınır koşullarındaki farklılıklar dış penaltı metodu ile oluşturulmuştur. Bu yöntem ile istenen her modelin analizi yapılabildiği görülmüştür" (Shin, Kim, 2000).

Kanada' da yapılan bir araştırmada ise, "pim bağlantılı kompozit malzemenin katman hasarları Hashin ve maksimum gerilme hasar kriterlerine göre incelenmiştir. Ayrıca deneysel ve nümerik incelemeler karşılaştırılıp değerlendirmeler yapılmış ve karşılaştırmalar sonucunda, deney ve analiz sonuçlarının uyum içerisinde olduğu görülmüştür" (Dano, Gendron, Picard, 2000).

Diğer araştırmada ise, değişik çalışma şartları altındaki yüklerin örgü şeklindeki cam ile güçlendirilmiş fiberden oluşan ve taşıyıcı zincir bağlantısı olarak kullanılan kompozit malzeme üzerindeki etkilerini incelenmiştir…. Parçalar iki farklı şekilde (boşta çalışma ve yükü beraberinde sürüklediği) incelenmiştir…. Nümerik incelemede ANSYS programın kullanılmıştır…. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda ise deney ve analiz sonuçlarının birbirine çak yakın olduğu görülmüştür (Özes, Demirsoy, 2004).

Yukarıda bahsedilen araştırmalara bakıldığında pim bağlantılı kompozit malzemelerin genellikle hasar analizleri ve hangi koşullarda nasıl hasara maruz kaldıkları incelemiştir.

Bu araştırmada ise; zincir bağlantısı olarak kullanılan parçaların, kompozit malzeme olarak farklı geometrilerde üretilmesiyle çeşitli yükler altındaki gerilme dağılımları deneysel ve nümerik olarak incelenip karşılaştırmalar yapılmıştır.

BÖLÜM İKİ
KOMPOZİT MALZEMELERİN GENEL TANIMI ve SINIFLANDIRILMASI

2.1 Kompozit Malzemelerin Genel Tanımı

Kompozit malzemeler, şekil ve/veya kimyasal bileşenleri birbirinden farklı ve birbiri içerisinde çözünmeyen iki veya daha fazla makrobileşenin kombinasyonundan oluşan malzemeler şeklinde tanımlanabilir (Demirkesen, 1991). Bunun amacı ise istenen bazı özelliklerin (dayanım, yorulma dayanımı, aşınma dayanımı, korozyon dayanımı, kırılma tokluğu, yüksek sıcaklık özellikleri, ısıl iletkenlik, elektrik iletkenliği, akustik iletkenlik, rijitlik, ağırlık gibi) tek malzemede toplanmasıdır (Aran, 1990).

2.2 Kompozit Malzemelerin Yapı Bileşenleri

Kompozit malzemeler metalik, organik veya inorganik esaslı yapı bileşenlerinin kombinasyonlarından oluşur. Mümkün kombinasyonlarda herhangi bir sınırlama olmamakla beraber yapı bileşenlerinin sahip olabilecekleri geometrik şekiller sınırlıdır. Matris, fiberler, partiküller, pullar, tabakalar başlıca yapı bileşenleridir (Demirkesen, 1991).

Hacim bileşeni olan matrisin esas fonksiyonları fiber, partikül, pul gibi diğer yapı bileşenlerinin kendi bünyesinde dağılmasını sağlayarak, bu bileşenler arasında bağlayıcı bir faz etkisi göstermek, süreksiz fiber kompozitlerde olduğu gibi malzemeye gelen gerilimleri pekiştirici faza iletmek ve kompozit malzemenin uygun tekniklerle şekillendirilmesini sağlamaktır. Bunun yanı sıra matrisin fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özelliklerinin kompozit özelliklerini belirli ölçülerde etkileyeceği açıktır (Demirkesen, 1991).

2.3 Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

Kompozit malzemeleri değişik şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Matris malzemesinin türüne göre metalik kompozitler, polimerik kompozitler, seramik kompozitler v.b. bir gruplandırma yapılabildiği gibi yapı bileşenlerinin şekillerine göre de fiber kompozitler, partikül kompozitler, pul kompozitler, dolgulu (veya kafes) kompozitler ve tabaka yapılı kompozitler şeklinde bir sınıflandırma da yapılabilir (Demirkesen, 1991).

Bu projede, kompozit olarak fiber kompozit ve kompozit bileşenleri olarak matris malzemesi için epoksi reçine, fiber malzemesi için de cam elyaf kullanılmıştır. Epoksi ve cam elyafın kısaca özellikleri aşağıdaki gibidir.

2.3.1 Epoksi

Gelişmiş kompozitlerde genellikle tercih edilen ve her tür elyaf ile kullanılabilen bir reçinedir. Epoksit grubunun polimerizasyonu ile elde edilir. Farklı formüller kullanılarak özelliklerini büyük ölçüde değiştirmek mümkündür. Çok değişik epoksiler geliştirilmiştir ve uygun bir seçim yapmak çok önemlidir. Kullanılan sertleştiricinin türü, ortaya çıkan kompozit malzemenin özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Sertleşme süresi 1 saat dolayında olup 127 ve 177 ° C sıcaklıklarda ve genellikle basınç altında gerçekleştirilir. Ayrıca epoksilerin 250 ° C ‘ye kadar ısıl kararlı türleri de geliştirilmiştir. Sertleşme sırasında kendini çekme sorunu yoktur. Dayanımları yüksektir, birçok elyaf ile iyi bir bağ oluşturur ve ayrıca kimyasal dayanımları da yüksektir (Aran, 1990). Bazı reçinelerin özellikleri karşılaştırmalı olarak Tablo 2.1’ de gösterilmiştir.

Tablo 2.1 Kompozit malzeme matrisi olarak kullanılan bazı reçinelerin özellikleri

Özellikler	**Polyester**	**Epoksi**	**Polimit**
Yoğunluk (gr/cm^3)	1,1 - 1,4	1,1 - 1,2	1,43 - 1,9
Çekme Modülü (GPa)	1,2 - 4	2,0 - 5,0	3,1 - 4,9
Kayma Modülü (MPa)	1,0 - 2,0	1,5	--
Çekme Dayanımı (MPa)	42 - 90	55 - 120	70 - 110
Basma Dayanımı (MPa)	140	--	289
Poisson Oranı	0,35 - 0,36	2,5 - 3,9	--
Kopma Uzaması (%)	2 - 6	1,5 - 8,5	1,5 - 3
Isıl Genleşme katsayısı cm/cm.ºC^{-1} (*10^{-8})	60,0 - 70,0	55,0 - 70,0	--
Kullanım Sıcaklığı	100	150	300
Çekme %	5 – 12	1 - 5	--

2.3.2 Cam Elyafı

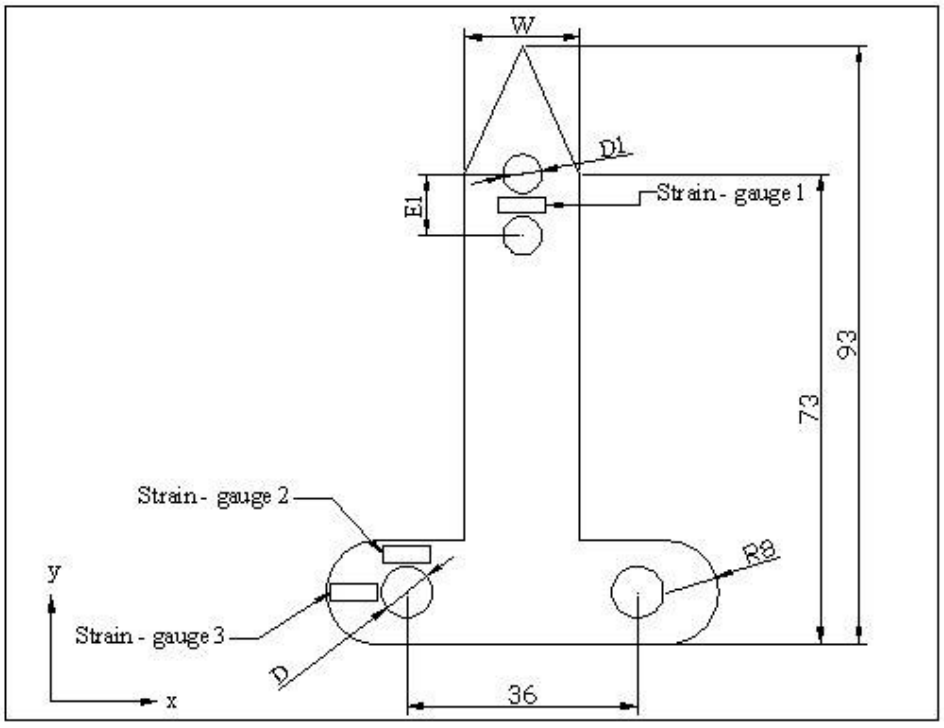
Reçine matrisli karma malzemelerden cam elyafı en yaygın olarak kullanılan ve en ucuz takviye türüdür. En yaygın olarak kullanılan tür E camıdır, alüminyum ve magnezyum oksit içeriği daha yüksek olan S – camının ise mekanik özellikleri daha iyidir. Kuvarz yüksek saflıkta silikadır (% 99,95 SiO_2). Pahalı olduğundan, mükemmel dielektrik özelliklerinin ve yüksek sıcaklık dayanımının gerektiği yerlerde kullanılır. 1600 ºC sıcaklığa kadar ısıl kararlı olup, örneğin uzay araçlarının ısıl zırhlarında kullanılır. Cam elyafının üstünlükleri ucuzluğu, yüksek çekme ve darbe dayanımı, yüksek kimyasal dayanımı olup, zayıf yönleri ise düşük elastiklik modülü, liflerin sürtünerek birbirini aşındırması, düşük yorulma dayanımı ve matrise tutunmanın az olmasıdır. Cam yanmaz, mekanik özellikleri ise yüksek sıcaklıklarda çok fazla düşmez. Çok güçlü alkaliler ve hidroflorik asit dışında korozyon dayanımı mükemmeldir. Camın viskozitesi, sıcaklığı ve çekme hızı değiştirilerek farklı çaplarda (ticari olarak 2,5 μm – 20 μm) elyaf elde edilebilir (Aran, 1990).

BÖLÜM ÜÇ
DENEYLERDE KULLANILAN PARÇALARIN TANITILMASI, DENEY VE ANALİZLERİN YAPILIŞI

Bu bölümde, deneylerde kullanılan parçaların genel geometrisi, ölçüleri ve değişkenlerin nasıl değiştiği ve hangi değerler arasında olduğu anlatılmıştır. Ayrıca deney ve analizlerin hangi kuvvetlerde gerçekleştirildiği de anlatılmıştır.

3.1 Deneylerde Kullanılan Parçaların Tanıtılması

Bu araştırmada, zincir bağlantısı olarak kullanılan bir parça kullanılmıştır. Bu parçaların genel geometrisi Şekil 3.1 'de ve değişkenleri de Tablo 3.1' de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Kullanılan parçaların genel görüntüsü

Tablo 3.1 Parçaların geometrisi

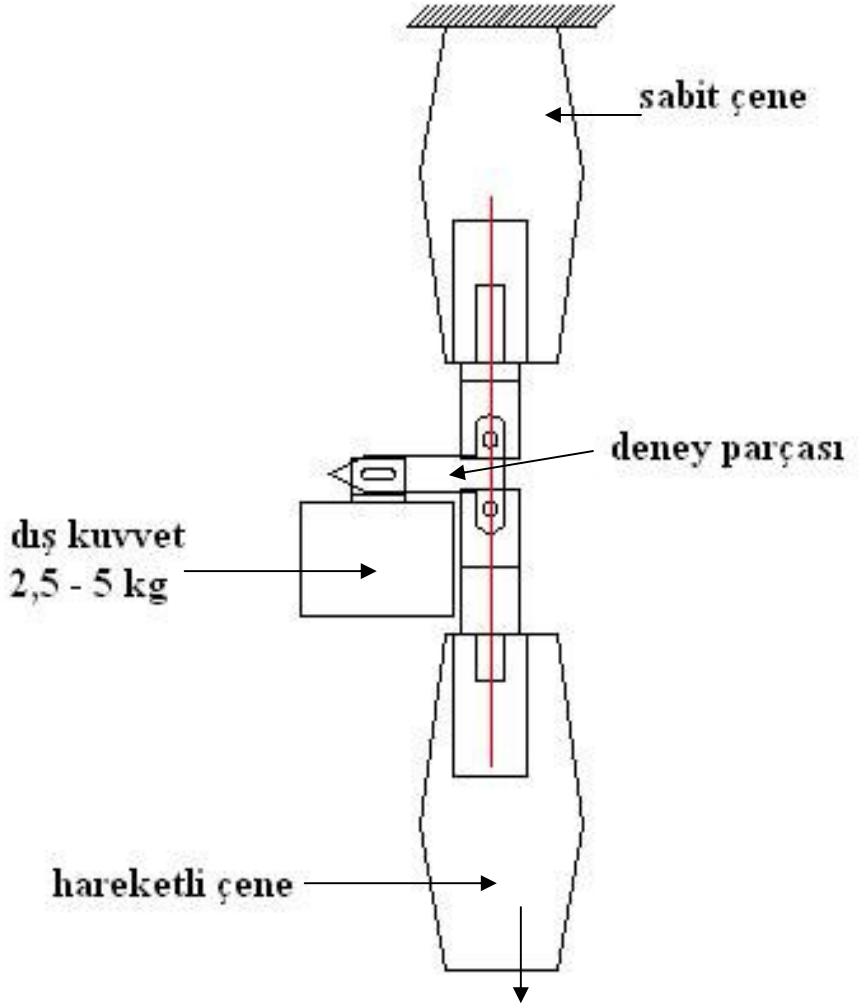
dış kuvvet (kg)	kalınlık (mm)	D (mm)	D_1 (mm)	W/D_1	E_1/D_1
2,5	4	8	6	3, 4, 5	1,6, 1,7, 1,8, 1,9
5	5	8	6	3, 4, 5	1,6, 1,7, 1,8, 1,9

3.2 Deney ve Analizlerin Yapılışı

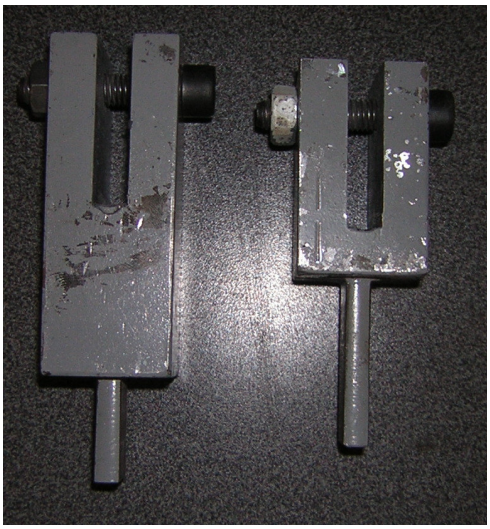
Deneyler sırasıyla Mekanik Bölümündeki Instron – 1114 çekme cihazıyla yapılmıştır. Uygulanan kuvvetler ise 100, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 750, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1250, 1300, 1400 ve 1500 N' dur. Her kuvvette kuvvet artırımı durdurularak indikatörden şekil değiştirme değerleri okunmuştur. Bu okunan değerler Bölüm 5' te bulunan elastisite modülüyle çarpılarak gerilmeler hesaplanmıştır. Deney düzeneğinin şematik görüntüsü Şekil 3.2 ' de verilmiştir.

Nümerik analizler de ANSYS 5.4 programında 250, 500, 750, 1000, 1250 ve 1500 N için yapılmıştır. ANSYS programında gerilme aralıkları ve parçalara yerleştirilmiş olan strain – gauge' lere yakın nodlardaki gerilme değerleri bulunmuştur. Ayrıca ANSYS 5.4 programının kullanışı, modellemenin, analizin yapılışı ve bunlar yapılırken kullanılan diğer girdiler Bölüm 6' da anlatılmıştır.

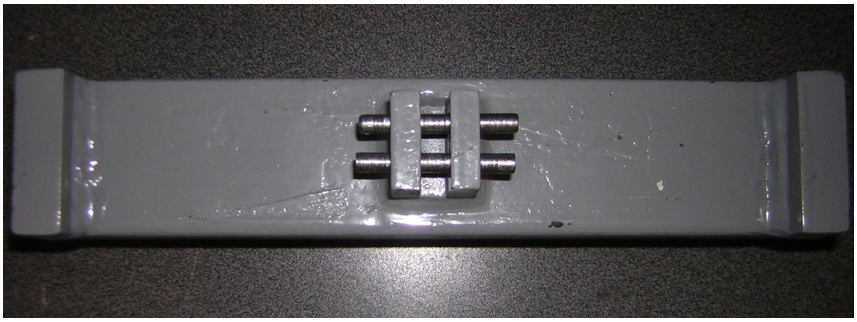
Deney ve analizlerden elde edilen değerler ve bu değerlerin birbiriyle karşılaştırılmaları Bölüm 7' de yapılmıştır.



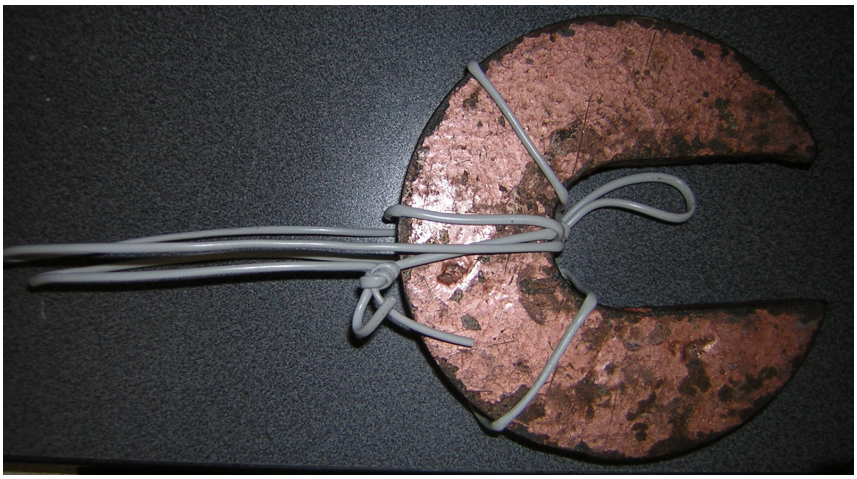
Şekil 3.2 Deney düzeneğinin şematik görüntüsü



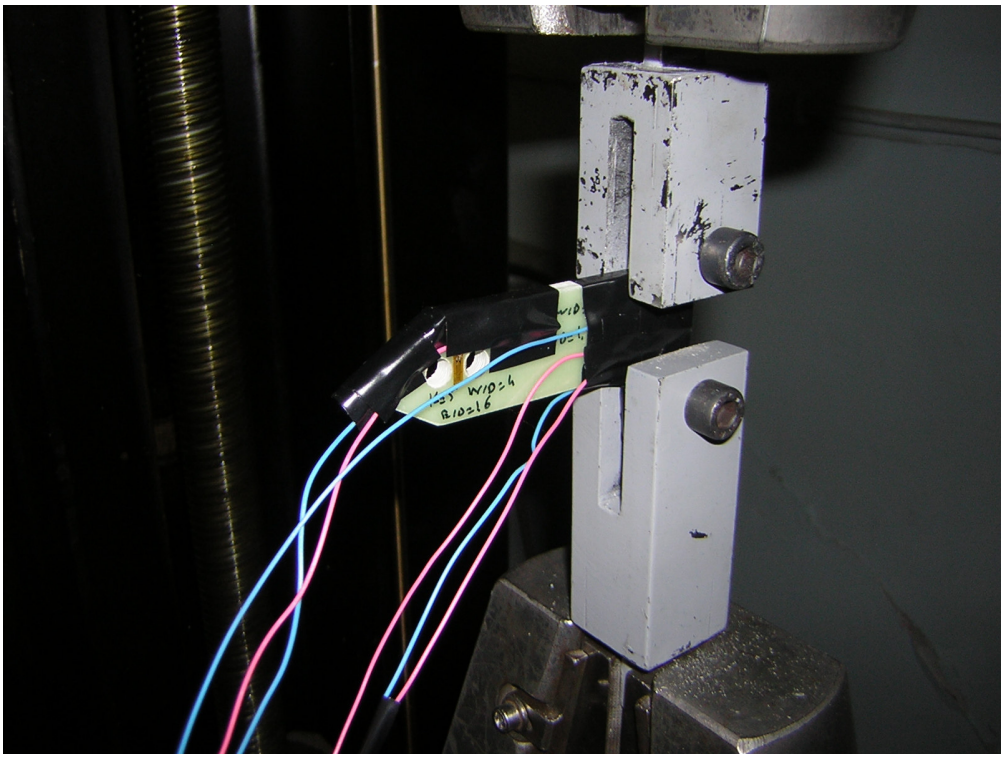
Şekil 3.3 Numuneleri bağlama aparatları



Şekil 3.4 Deneylerde kullanılan 5 kg ağırlık



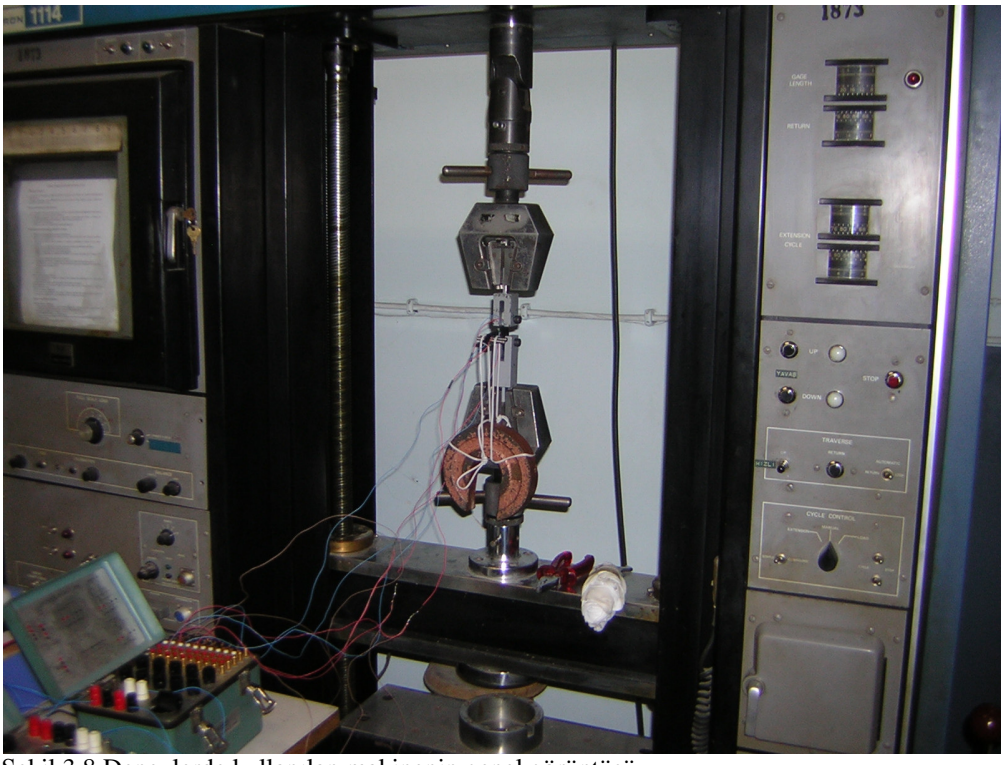
Şekil 3.5 Deneylerde kullanılan 2,5 kg ağırlık



Şekil 3.6 Bir numunenin çekme cihazına bağlanışı



Şekil 3.7 Şekil değiştirmeleri okumakta kullanılan indikatörler



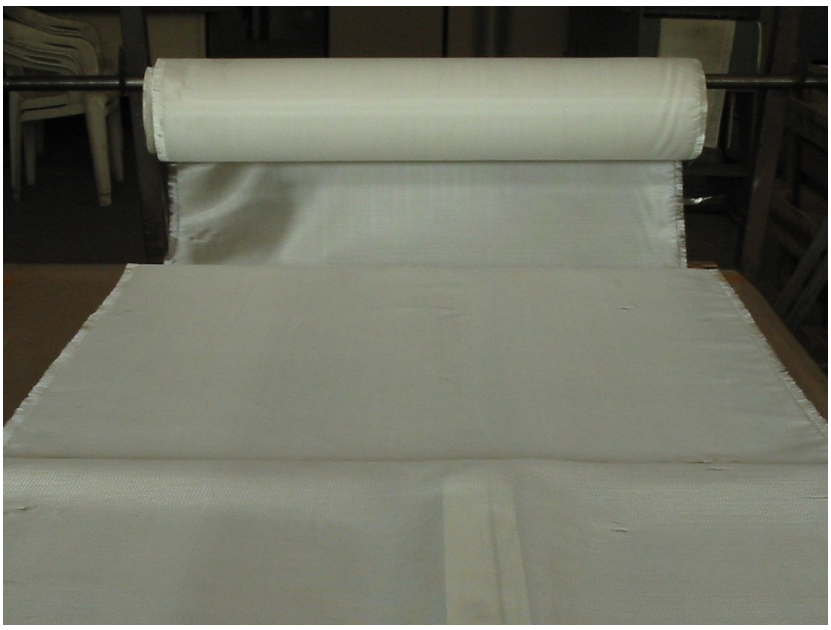
Şekil 3.8 Deneylerde kullanılan makinenin genel görüntüsü

BÖLÜM DÖRT
DENEYLERDE KULLANILAN EPOKSİ – CAM ELYAF KOMPOZİT MALZEMESİNİN ÜRETİMİ

Bu proje de kullanılan parçalar epoksi – cam elyaftan oluşmaktadır. Bu nedenle üretimde sabit sıcaklık ve basınç altında presleme yöntemi kullanılmıştır.

4.1 Üretim Aşamaları

a) Dışarıdan hazır alınan fiber açısı 0 - 90º (örgü sistemi – Şekil 4.1) olan cam elyafa ve prepreg (Şekil 4.2) malzemeye reçine (epoksi) fırça ile emdirilmiştir. Bu işlem parçanın oluştuğu katman sayısı kadar tekrarlanmıştır.



Şekil 4.1 Örgü sistemindeki cam elyafın görüntüsü



Şekil 4.2 Prepreg malzemenin görüntüsü

a) Üst ve alt katmanların pres makinesine yapışmaması için, ısıya dayanıklı ve reçineye bağlanmayan bir muşamba ile paketlenmiştir.

b) Paketlenmiş tabakalar prese yerleştirilmiştir.(Şekil 4.3 – 4.4)



Şekil 4.3 Pres makinesinin görünüşü



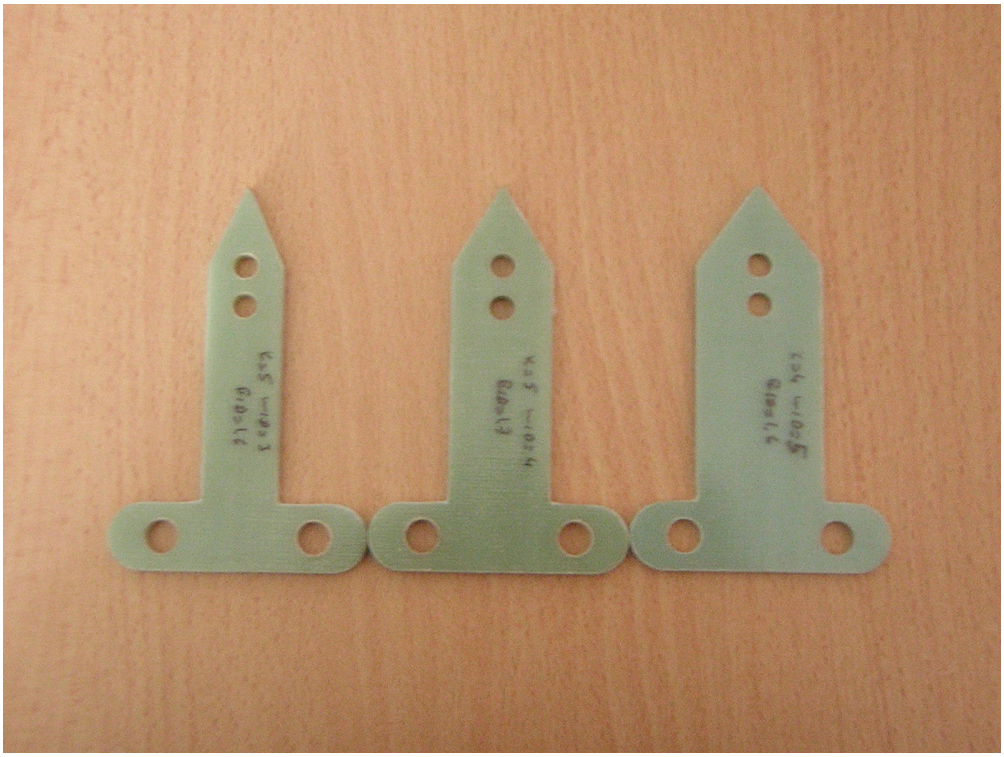
Şekil 4.4 Pres makinesinin yandan görünüşü

c) Parçanın kalınlığına göre sıcaklık ve bekleme süresi değişmektedir. İmal edilecek parçalar 4 ve 5 mm kalınlığındadır. . Buna bağlı olarak sıcaklık 120º C ve bekleme süresi 1,5 saattir. Uygulanan basınç ise parça kalınlığından bağımsız olarak 150 – 160 bar ' dır. (epoksi – cam elyaf için) 4 mm' lik parçalarda 10 adet prepreg tabaka ve 4 adet woven tabaka, 5 mm' lik parçalarda ise 10 adet prepreg tabaka ve 6 adet woven tabaka vardır. Hazır prepreg tabakalar %20 reçine, %80 cam elyaf ve woven tabakalar %40 reçine, %60 cam elyaftan oluşmaktadır

d) Presleme işlemi bittikten sonra malzeme oda sıcaklığında elle tutulacak sıcaklığa gelinceye kadar bekletilmiştir.

e) Soğuyan malzeme muşambasından çıkarılmıştır.

f) Kompozit malzeme üreticisinden alınan parça talaşlı imalat yapılan bir firmada CNC tezgahı ile kesilmiştir.(Şekil 4.5)



Şekil 4.5 Numunelerin değişik boyutlardaki CNC' de kesilmiş görüntüsü



Şekil 4.6 Aynı metotla üretilen kompozit malzemeler için hazır cam elyaf çeşitleri

BÖLÜM BEŞ
MALZEME ÖZELLİKLERİNİN BULUNMASI

ANSYS programında doğru bir analiz yapabilmek için malzeme özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bunun nedeni ise, ANSYS programı gerilmeleri ve deformasyonları hesaplarken bu değerleri kullanmaktadır. Analizlerin ve deneylerin birbirini destekleyebilmesi için, numunelerle aynı plakadan kesilen parçalar kullanılmıştır. Malzeme özellikleri için yapılan çekme deneyleri sonucunda aşağıdaki malzeme özellikleri bulunmuştur:

- Boyuna yönde izin verilen maksimum çekme mukavemeti (σ_1)
- Enine yönde izin verilen maksimum çekme mukavemeti (σ_2)
- Boyuna yöndeki Elastisite Modülü (E_1)
- Enine yöndeki Elastisite Modülü (E_2)
- 45º yöndeki Elastisite Modülü (E_x)
- X – Y düzlemindeki Kayma Modülü (G_{12})
- X – Y düzlemindeki Poisson Oranı (υ_{12})
- Yoğunluk (ρ)

5.1 Çekme Deneyi

Numunelerin malzemesi ile aynı olan bir tabakadan enine, boyuna ve 45º açı ile deney numuneleri kesilmiştir. Deney numunelerinde strain – gauge' siz olanlar maksimum çekme mukavemetinin tespitinde, strain – gauge' li olanlar ise diğer özelliklerin bulunmasında kullanılmıştır.

5.1.1 İzin Verilen Maksimum Çekme Mukavemetlerinin Tespiti

Bunun için ilk önce, enine ve boyuna numunelerin kesit alanları bulunmuştur. Daha sonra ise numuneler sıra ile deney cihazının çenelerine bağlandıktan sonra kuvvet arttırılmaya başlanmıştır. Numunelerin koptukları andaki kuvvet değerleri

belirlendikten sonra kuvvetin kesit alanlarına oranlarından çekme mukavemetleri bulunmuştur. (Tablo 5.1)

5.1.2 Enine, Boyuna ve 45º' lik Yöndeki Şekil Değiştirmelerin Tespiti

Bunun için strain – gauge yapıştırılan enine, boyuna ve 45º' lik numuneler sıra ile deney aparatına bağlanmıştır. Her 100 N' ta bir indikatörler yardımıyla şekil değiştirmeler okunmuştur. Bu işlem genellikle 0 – 1000 N arasında yapılmaktadır.

5.1.2.1 Strain – Gauge' lerin Bağlanması

- Strain – gauge yapıştırılacak malzeme yüzeyi temizleyici bir sıvı ile (kolonya gibi) temizlenir.
- Kompozit malzemeler için özel imal edilmiş strain – gauge' ler kuvvetli bir yapıştırıcı ile (Japon yapıştırıcısı gibi) yüzeyler arasında boşluk kalmayacak şekilde yapıştırılır. (Sinyallerin net olarak algılanabilmesi için)
- Strain – gauge' ler ve indikatör arasındaki bağlantıyı sağlamak için strain – gauge' de bulunan iki telden birine iki çıkışlı kablo, diğerine ise tek çıkışlı kablo lehimlenir.

5.1.2.2 Enine Numune İle Yapılan Deney

Numunelerimizle aynı malzemeden yapılmış tabakadan kesilen enine parçaya x - ve y - yönünde strain – gauge yapıştırılmıştır. Numune deney cihazına bağlandıktan sonra 0 – 1000 N arasında yaklaşık her bir 100 N için ε_x ve ε_y değerleri indikatörden okunmuştur. Yüksüz durumda (0 N) okunan ε_x ve ε_y değerleri referans değerleridir. Daha sonra okunan ε_x ve ε_y değerlerinden referans değerler çıkartılarak ε_x ve ε_y' nin gerçek değerleri bulunmuştur.

$$(\varepsilon_{x\ gerçek})_i = (\varepsilon_x)_i - \varepsilon_{x\ ref} \quad , \quad i = 1.....15$$

$$(\varepsilon_{y\ gerçek})_i = (\varepsilon_y)_i - \varepsilon_{y\ ref} \quad , \quad i = 1.....15$$

5.1.2.3 Boyuna Numune İle Yapılan Deney

Numunelerimizle aynı malzemeden yapılmış tabakadan kesilen boyuna parçaya x - yönünde strain – gauge yapıştırılmıştır. Numune deney aparatına bağlandıktan sonra 0 – 1000 N arasında yaklaşık her bir 100 N için ε_x değeri indikatörden okunmuştur. Yüksüz durumda (0 N) okunan ε_x değeri referans değeridir. Daha sonra okunan ε_x değerlerinden referans değer çıkartılarak ε_x**'** in gerçek değerleri bulunur.

$$(\varepsilon_{x\ gerçek})_i = (\varepsilon_x)_i - \varepsilon_{x\ ref} \quad , \quad i = 1.....10$$

5.1.2.4 45º' lik Numune İle Yapılan Deney

Numunelerimizle aynı malzemeden yapılmış tabakadan kesilen 45º' lik parçaya x - yönünde strain – gauge yapıştırılmıştır. Numune deney aparatına bağlandıktan sonra 0 – 1000 N arasında yaklaşık her bir 100 N için ε_x değeri indikatörden okunmuştur. Yüksüz durumda (0 N) okunan ε_x değeri referans değeridir. Daha sonra okunan ε_x değerlerinden referans değer çıkartılarak ε_x**'** in gerçek değerleri bulunmuştur.

$$(\varepsilon_{x\ gerçek})_i = (\varepsilon_x)_i - \varepsilon_{x\ ref} \quad , \quad i = 1.....10$$

5.1.3 E_1, E_2 ve E_x Elastisite Modüllerinin Hesaplanması

E_1 boyuna, E_2 enine ve E_x 45º ' lik numunelerinden hesaplanır.

E_1 için:

Her bir kuvvet değeri için σ değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\sigma_i = P_i / A \quad , \quad i = 1...10$$

Her bir σ değeri için E değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$(E_1)_i = \sigma_i / (\varepsilon_{x\ gerçek})_i \quad , \quad i = 1...10$$

Bulunan $(E_1)_i$ değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak gerçek E_1 hesaplanmaktadır. (Tablo 5.1)

E_2 için:

Her bir kuvvet değeri için σ değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\sigma_i = P_i / A \quad , \quad i = 1...15$$

Her bir σ değeri için E değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$(E_2)_i = \sigma_i / (\varepsilon_{x\ gerçek})_i \quad , \quad i = 1...15$$

Bulunan $(E_2)_i$ değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak gerçek E_2 hesaplanmaktadır. (Tablo 5.1)

E_x için:

Her bir kuvvet değeri için σ değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\sigma_i = P_i / A \quad , \quad i = 1...10$$

Her bir σ değeri için E değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$(E_x)_i = \sigma_i / (\varepsilon_{x\ gerçek})_i \quad , \quad i = 1...10$$

Bulunan $(E_x)_i$ değerlerinin aritmetik ortalaması alınarak gerçek E_x hesaplanmaktadır. (Tablo 5.1)

5.1.4 Poisson Oranı' nın Hesaplanması (υ_{12})

Poisson oranı enine şekil değiştirmenin boyuna şekil değiştirmeye oranından hesaplanmaktadır.

$$\upsilon_{xy} = -\varepsilon_y / \varepsilon_x$$

Bu deneyde poisson oranını hesaplamak için enine numunenin deneyinden bulunan $\varepsilon_{y\ gerçek}$ ve $\varepsilon_{x\ gerçek}$ değerlerinin oranı kullanılmıştır. Her 100 N için bulunan poisson oranlarının aritmetik ortalaması alınarak gerçek poisson oranı bulunmuştur. (Tablo 5.1)

$$\upsilon_{12} = -(\varepsilon_{y\ gerçek})_i / (\varepsilon_{x\ gerçek})_i \quad , \quad i = 1...15$$

5.1.5 Kayma Modülünün Hesaplanması (G_{12})

Kayma modülü aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

$$G_{12} = \frac{1}{\frac{4}{E_x} - \frac{1}{E_1} - \frac{1}{E_2} + \frac{2\upsilon_{xy}}{E_2}}$$

5.1.6 Yoğunluğun Hesaplanması (ρ)

Boyutları hesaplanan numune hassas terazide tartıldıktan yoğunluk aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\rho = \text{ağırlık/hacim}$$

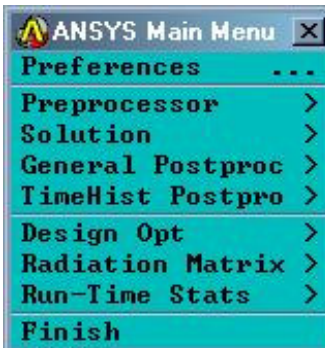
Tablo 5.1 Malzeme özellikleri

Malzeme Özellikleri	
ρ (gr/cm^3)	1,7976
E_1 (MPa)	39375 (±400)
E_2 (MPa)	26550 (±1925)
G_{12} (MPa)	8634,5 (±252,5)
υ_{12} (-)	0,13966
σ_1 (MPa)	257,5 (±7,5)
σ_2 (MPa)	173 (±11)

BÖLÜM ALTI
ANSYS PROGRAMININ TANITILMASI, MODELLEMENİN VE ANALİZİN YAPILIŞI

6.1 ANSYS' in Tanıtılması

ANSYS bir tasarım programından daha çok bir analiz programıdır. ANSYS programında modelleme zor olmakla beraber analizi diğer analiz programlarına göre çok daha başarılıdır. ANSYS' in diğer avantajı da, herhangi bir katı model programında yapılan bir modelin bu programda çok rahat analizinin yapılabilmesidir. Bu bölümde kısaca programın nasıl kullanılacağından bahsedilecektir. Şekil 6.1 'deki görüntü ANSYS' ın ana menüsü olup, modellemeden analize kadar her bölüme buradan ulaşılabilmektedir.



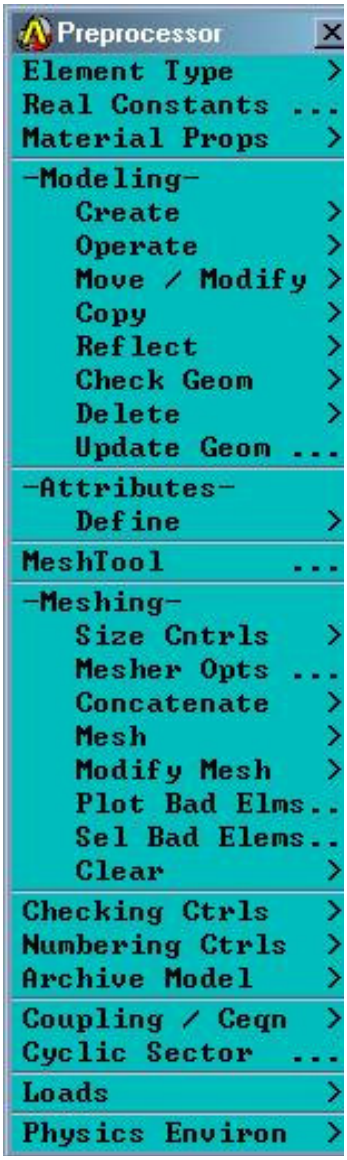
Şekil 6.1 ANSYS' in ana menüsü

6.2 Deneyi Yapılan Parçanın Modellenmesi ve Analizi

Bu bölüm de, genel olarak ANSYS programında nasıl modelleme ve analiz yapılabileceği, ayrıca bu projedeki parçanın nasıl modellenip analizinin yapıldığı anlatılmaktadır.

6.2.1 Parçanın Modellenmesi

Modellemeye başlayabilmek için Şekil 6.1' de görülen menüden ***Preprocessor*** bölümüne girilir. ***Preprocessor*** bölümüne girdikten sonra ekranda Şekil 6.2' de görülen menü açılır. Açılan menüde görüldüğü gibi ***Modeling*** bölümü bulunmaktadır. Bu menüde bulunan alt menüler yardımıyla her türlü modellemeyi yapmak mümkündür.



Şekil 6.2 Preprocessor menüsü

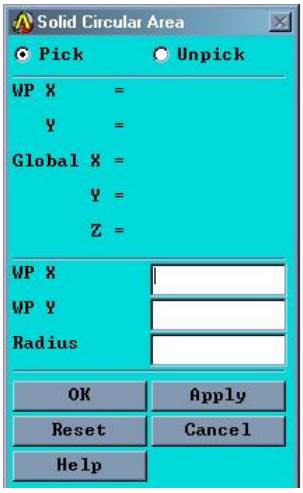
Şekil 6.2' deki menüden ***create***' e tıklandıktan sonra Şekil 6.3' deki menü gelir. Bu menüdeki ***keypoints*** butonunun altındaki ***In Active CS*** yardımıyla Autocad ortamında kendimizin belirlediği bir referans noktasına göre olan koordinatlarla noktalar belirlenir.



Şekil 6.3 Create menüsü

Noktalar belirlendikten sonra ***create*** menüsünde bulunan ***Lines*** butonunun altındaki ***Straight Line*** komutuyla noktalar birbirleriyle birleştirilerek çizgiler oluşturulur. Çizgiler oluşturulduktan sonra ***create*** menüsünde bulunan ve ***Areas*** yazısının altında bulunan ***Arbitrary***' ye basılır. Çıkan menüden ***By Lines*** butonu yardımıyla ekrandaki bütün çizgiler seçilir ve alan oluşturulmuş olur. Tabii bu işlemler parçanın ana hatları için yapılmaktadır.

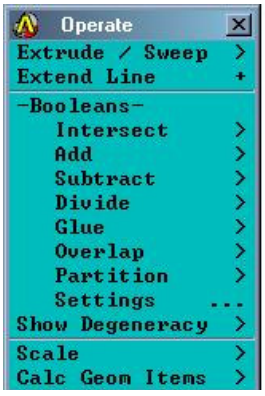
Böylece parçanın ana hatlarıyla iki boyutlu modeli elde edilmiş olur. Bundan sonra ise pim yerlerini delmek için Şekil 6.4' te görülen ve ***Areas*** bölümünü altında bulunan ***Circle*** menüsünde ***Solid Circle*** seçilir. Bu menüde de görüldüğü gibi pim deliklerinin olması gerektiği koordinatlar ve pim yarıçapı girilerek pimler oluşturulur.



Şekil 6.4 Solid Circle menüsü

Yukarıdaki işlemelerden sonra pim delikleri dolu olarak ana alan üzerinde görülecektir. Pim deliklerini oluşturabilmek için ***Preprocessor*** menüsünden Şekil 6.5' te görülen ***Operate*** menüsü seçilir. Bu menüde olan ***Subtract*** tıklandıktan sonra, ilk önce ana alan seçilir ve ***Aplly*** butonuna basılır. Daha sonra pimler seçildikten sonra ***OK*** butonuna basılır ve pim delikleri oluşturulmuş olur.

Pim deliklerinin de oluşturulmasından sonra sıra parçaya hacim kazandırmaya gelir. Bunun için ise**,** ***Operate*** menüsündeki ***Extrude*** butonuna basılır ve istenilen kalınlık değeri girilir ve parçanın modellenmesi tamamlanmış olur.



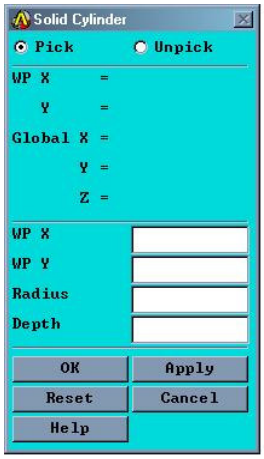
Şekil 6.5 Operate menüsü

6.2.2 Contact Elemanın Modellenmesi

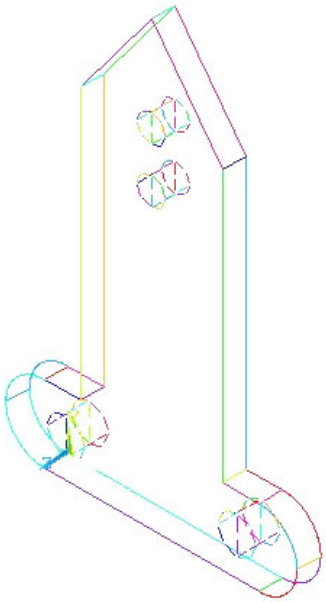
Bu projede, kuvvet parçanın üzerine pimlerden geldiği için ANSYS programında contact elemanlar ve pimler de modellenir. Bu bölümde sadece pimlerin modellenmesini anlatılacaktır. Contact elemanın oluşturulması ise Bölüm 6.2.5 anlatılmıştır.

Pimler, ***create*** menüsündeki ***volumes*** bölümünde olan cylinder menüsü altındaki solid cylinder (Şekil 6.6) ile oluşturulur. Menüde de görüldüğü gibi koordinatlar, pim yarıçapı ve pim derinliği girilerek pimler oluşturulur.

Böylece parçanın analiz öncesi modellenmesi tamamen bitmiş olmaktadır. Parçanın modellenmiş görüntüsü Şekil 6.7' de görülmektedir.



Şekil 6.6 Solid Cylinder menüsü



Şekil 6.7 Parçanın Modellenmiş Görüntüsü

6.2.3 Malzeme Özelliklerinin ANSYS' e Tanıtılması

Deneyler yardımıyla bulunan ve bir önceki bölümde belirtilen değerlerin, ANSYS' te doğru analiz yapabilmek için programa düzgün bir şekilde tanıtılmalıdır.

Bunun için, ilk önce ***preprocessor*** menüsünde bulunan ***Element Type*** bölümünden uygun eleman tipleri seçilir. Bu projede, kompozit malzeme için ***Structural Solid/Layered 46,*** pim malzemesi için ***Structural Solid/Tet 10node 92*** ve contact eleman için ise ***Contact/3D pt to surf 49*** seçilmiştir.

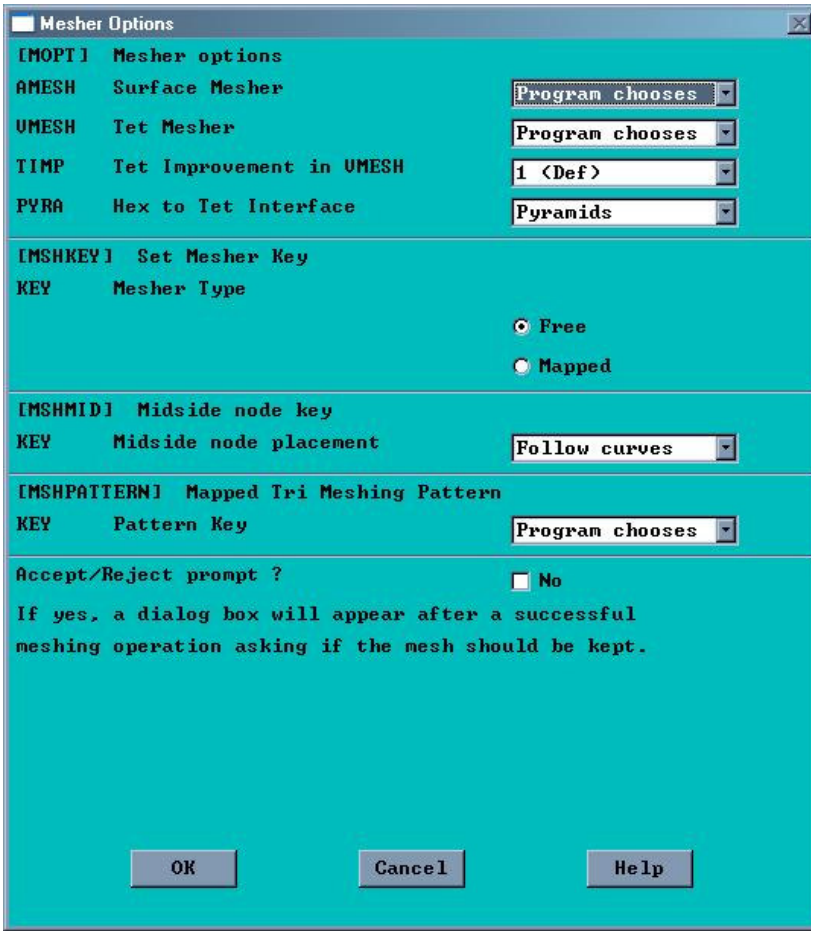
Daha sonra, ***preprocessor*** menüsünde bulunan ***material props*** bölümünde bulunan kompozit için ***orthotropic***, pim için ise ***isotropic*** bölümüne deneylerden bulunmuş malzeme özellikleri girilir.

En son olarak, ***preprocessor*** menüsünde bulunan ***real constants*** bölümüne kompozit malzeme için katman sayısı – katman kalınlıkları – katman açıları – katman özellikleri ve contact eleman için ***KT*** ve ***KN*** değerleri kaç adet contact elemanı mevcut ise o kadar girilir.

Bütün değerler programa tanıtıldıktan sonra, ***preprocessor*** menüsünde bulunan ***attributes define*** ile özellikler parça üzerine aktarılır.

6.2.4 Parçanın Birim Elemanlara Ayrılması (Mesh)

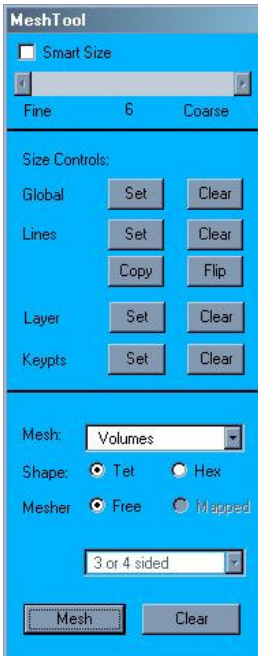
Birim elemanlara bölmeden önce, ***preprocessor*** menüsünde bulunan ***mesher opts*** (Şekil 6.8) 'de görülen ***pyramids, no pyramids*** haline getirilir.



Şekil 6.8 Mesher Options menüsü

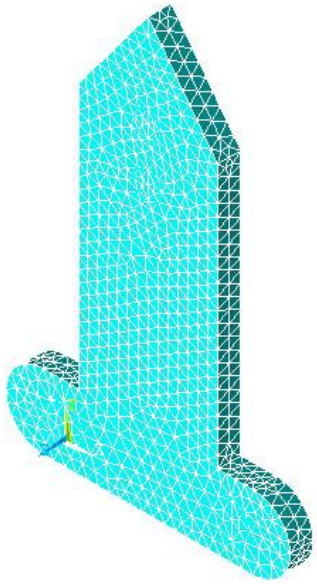
Hassas analiz yapılmasının istendiği yerler parçanın diğer yerlerine göre daha fazla elemana bölünmelidir. Bunun nedeni ise, eleman ebadı ne kadar küçük olursa veya diğer bir deyişle eleman sayısı ne kadar çok olursa o kadar hassas analiz yapılır. Bunun için, , ***preprocessor*** menüsünde bulunan ***meshtool*** (Şekil 6.9) menüsünden yararlanılır. Bu menüden ***Lines/Set*** kullanılarak, hassas analiz yapılması gereken

çizgiler seçilir ve kaç elemana bölmek isteniyorsa o sayı yazılarak bu bölgelerin birim elemanlarını belirlemiş oluruz.



Şekil 6.9 Meshtool menüsü

Birim eleman sayısı belirlendikten sonra, aynı menüde bulunan ***mesh*** butonu ile birim elemanlara ayırma işlemi tamamlanmış olur.



Şekil 6.10 Numunenin birim elemanlara ayrılmış görüntüsü

6.2.5 Contact Elemanın Oluşturulması

Analizin en kritik ve en dikkat edilmesi gereken bölümü contact elemanların oluşturulmasıdır. Bu işlem genel olarak ANSYS ekranının en üst kısmında bulunan ***Utility Menü***' deki ***Select*** kısmındaki alt bölümlerde yapılmaktadır. Bu işlem sırasıyla aşağıdaki gibidir.

- ***Select*** kısmından ***Entities*** seçilir. Şekil 6.11' de görüldüğü gibi, gelen menüde seçim yapılabilecek yerlere ***volume – by number pic – from full*** seçildikten sonra OK butonuna basılır ve modellediğimiz pim seçilir.



Şekil 6.11 Select Entities menüsü

- Pim seçme işleme yapıldıktan sonra, seçtiğimiz pim ile ilgili her şeyi hafızaya alabilmek için ***Select*** kısmından ***everything below*** altındaki ***selected volumes*** seçilir.
- Sıradaki işlem ise, seçilmiş olan pimin ana parçayla temasta olan yüzeylerini seçmektir. Bunun için, ***select*** kısmından ***entities*** seçilir. Şekil 6.12' da görüldüğü gibi, gelen menüde seçim yapılabilecek yerlere ***areas – by number pic – reselected*** seçildikten sonra OK butonuna basılır ve üzerinde çalıştığımız pimin ana parçayla temasta olan yüzeyleri seçilir.

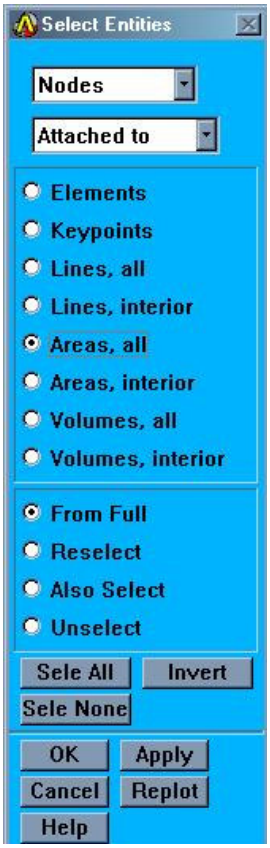


Şekil 6.12 Select Entities menüsü

- Yüzey seçme işlemi yapıldıktan sonra, seçtiğimiz yüzeyler ile ilgili her şeyi hafızaya alabilmek için ***select*** kısmından ***everything below*** altındaki ***selected areas*** seçilir.

- Seçilmiş olan yüzeylerdeki nodları tutabilmek için ***select*** kısmından ***entities*** seçilir. Şekil 6.13' de görüldüğü gibi, gelen menüde seçim yapılabilecek yerlere ***nodes – attached to – areas, all – from full*** seçildikten sonra OK butonuna basılır ve üzerinde çalıştığımız pimin nodları seçilmiş olur.

- Seçtiğimiz nodları adlandırabilmek için ***select*** kısmından ***comb/assembly*** altındaki ***create component*** seçilir. Şekil 6.14' de görülen menünün boş yerine ***contact*** yazılır.



Şekil 6.13 Select Entities menüsü

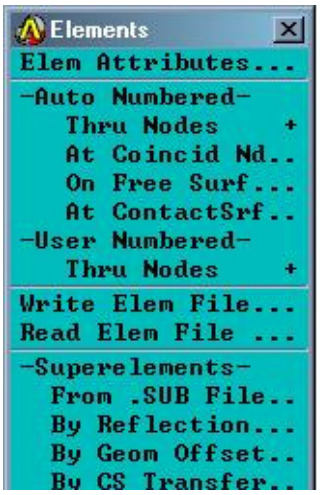


Şekil 6.14 Create Component menüsü

- Bu işlemler aynen ana parça için de sırasıyla yapılır. Ama unutulmaması gereken nokta ise, yukarıdaki adımları hangi pim için yapıyorsak ana parça üzerindeki işlemler de o pim deliği için yapılmalıdır. Aradaki tek fark ise, son adımdadır. Şekil 6.14' de pim için ***contact*** yazmıştık, fakat ana parça için ***target*** yazmamız gerekmektedir.

- Yukarıdaki işlemler her contact eleman bölgesi için ayrı ayrı yapılmalıdır. Ayrıca her ***contact – target*** çifti oluşturulduktan sonra, Bölüm 6.2.3' te

contact eleman için oluşturulan ***real constant*** değerleri bu çiftlere tanıtılmalıdır. Bu ***preprocessor*** bölümünden ***create*** bölümünde bulunan ***elements*** (Şekil 6.15) kısmından yapılır. Şekil 6.15' teki menüden ***at contactSrf*** seçilir. Şekil 6.16' da görüldüğü gibi üst kısma ***contact*** ve alt kısma ***target*** gelecek şekilde ayarlama yapıldıktan sonra OK butonuna basılır. Böylece ***contact*** elemanlar oluşturulmuş olur.



Şekil 6.15 Elements menüsü



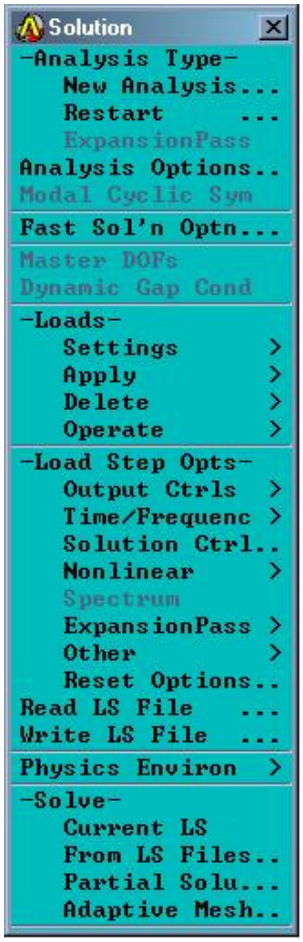
Şekil 6.16 Create Elements at Contact Surface menüsü

6.2.6 Sınır Şartlarının ve Kuvvetlerin Oluşturulması

Birim elemanlara ve contact elemanların oluşturulmasından sonra, analiz için en son adım olarak sınır şartlarının ve kuvvetlerinin oluşturulması gerekmektedir.

Bunun için yapılacak işlemlerin hepsi ANSYS' in ana menüsündeki (Şekil 6.1) ***solution*** kısmında yapılmaktadır. İzlenecek sırasıyla aşağıdaki gibidir.

- İlk önce ANSYS' in ana menüsünden Şekil 6.17' de görülen ***solution*** kısmına girilir.



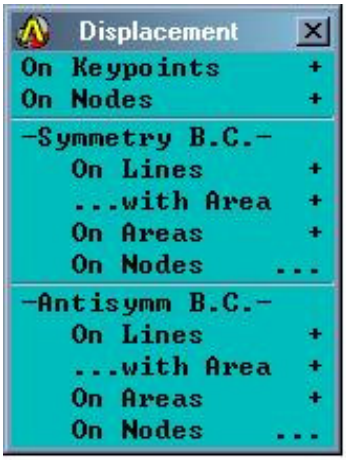
Şekil 6.17 Solution menüsü

- Pimin nodlarını seçebilmek için sırasıyla, ***utility menü → select → entities*** seçilir. Karşımıza çıkan menü, Şekil 6.11' da görüldüğü gibi yapıldıktan sonra OK' ye basılır ve pim seçilir. Pim seçildikten sonra sırasıyla, ***utility menü → everything below →selected volumes*** seçilir. Böylece ekran üzerinde sadece seçtiğimiz pim ile ilgili işlem yapılabilir.

- Yukarıdaki işlemi yaptıktan sonra sıra sınır şartlarının pimin üzerinde oluşturmaktır. Bunun için, Şekil 6.18' de görülen menüden ***aplly*** seçilir. Şekil 6.19' te görülen menüden ***displacements*** seçilir. Şekil 6.16' daki menüden de ***on nodes*** seçilir. En son olarak pimin nodları seçilerek istediğimiz sınır şartlarını oluşturmuş oluruz.



Şekil 6.18 Apply menüsü

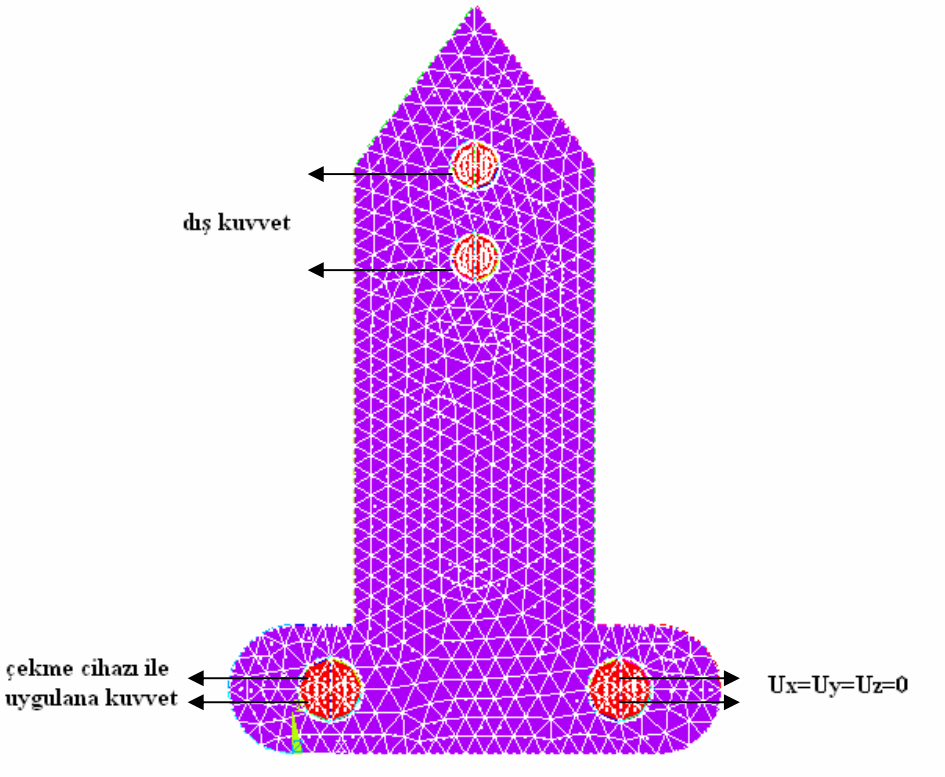


Şekil 6.19 Displacements menüsü

- Pimin üzerine sınır şartlarının yerleştirilmesinden sonra, parça üzerinde kuvvetleri yerleştirebilmek için ilk önce sırasıyla ***utility menü*** → ***select*** → ***everything*** seçilir.
- Kuvvetleri yerleştireceğimiz pimin nodlarını seçebilmek yukarıda anlattılan ikinci adım aynen yapılmalıdır.

- Kuvvetleri yerleştirebilmek için, Şekil 6.18' teki menüden ***force/moment*** seçilir. Karşımıza çıkan menüden ***on nodes*** seçilir ve istediğimiz kuvvet değerleri girilir. Son olarak, kuvveti yerleştireceğimiz pimin nodları seçilir.

- Yukarıdaki adımlar her pim için ayrı ayrı yapılmalıdır.



Şekil 6.19 Sınır şartlarının ve kuvvetlerin parça üzerinde yerleştirildiği yerler

6.2.7 Analizin Yapılışı ve Sonuçların Okunması

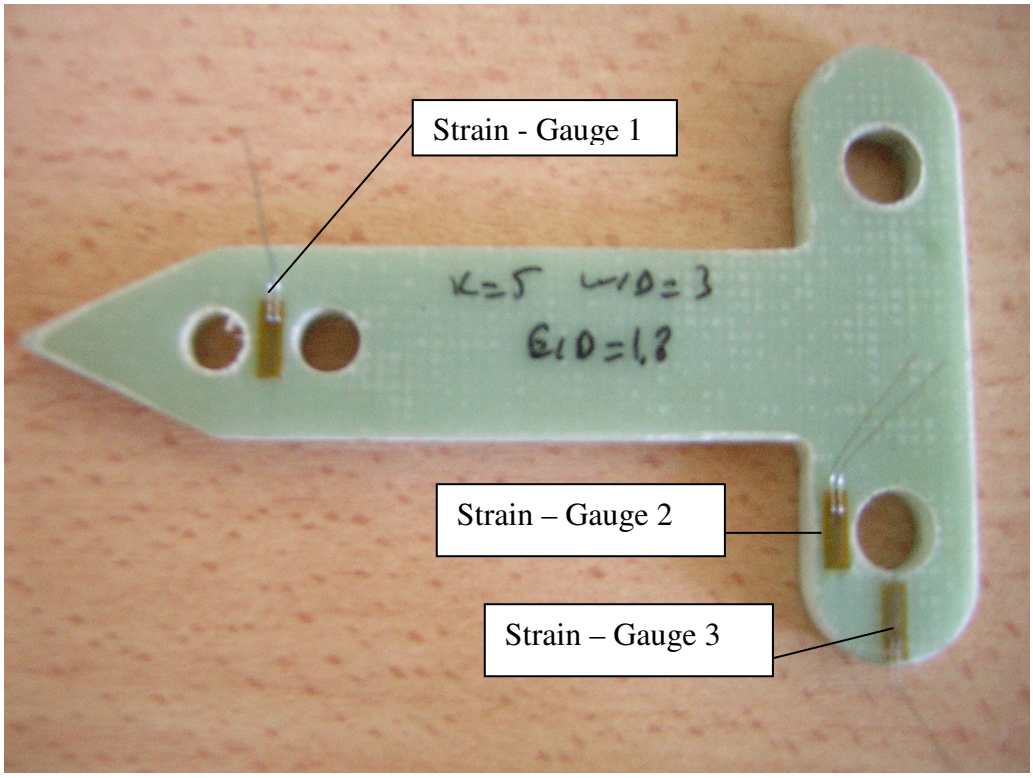
- Analizi yapabilmek için, Şekil 6.17' de görülen menüden altta bulunan ***current LS*** seçilir.

- Analiz tamamlandıktan sonra ANSYS' in ana menüsünden ***general postproc*** seçilir.

- Karşımıza çıkan menüdeki ***plot results*** kısmında istenen her sonuç ekrana getirilebilir.

BÖLÜM YEDİ
DENEY, ANALİZ SONUÇLARI ve KARŞILAŞTIRILMALARI

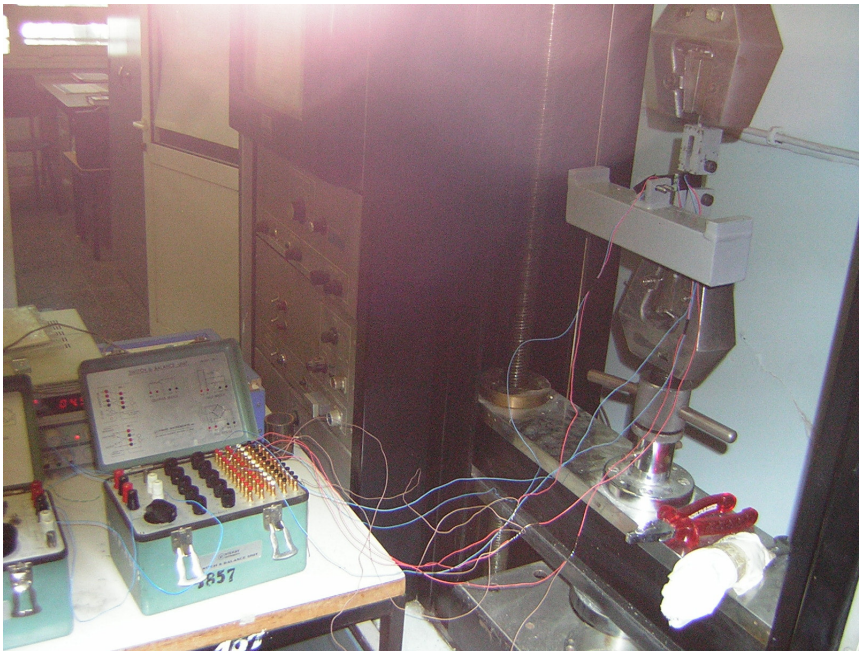
Şekil 7.1' de görüldüğü gibi her numune üzerinde 3 adet strain – gauge bulunmaktadır. Her strain – gauge bölgesi için gerilme değerleri hem deneylerle hem de ANSYS analiz programıyla bulunmuştur. Bu bölümde sırasıyla deney, analiz sonuçları ve bunların karşılaştırılması bulunmaktadır.



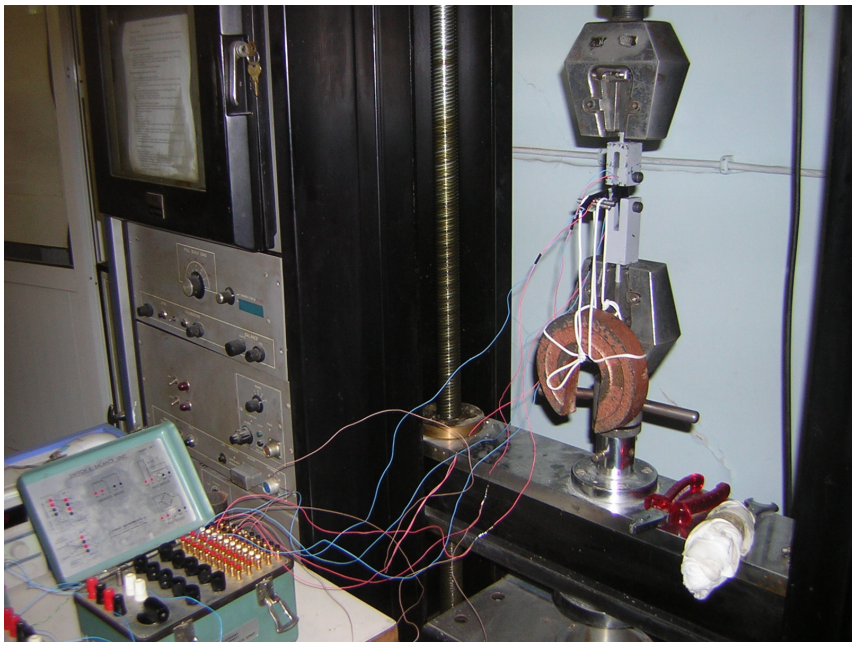
Şekil 7.1 Strain – gauge' lerin numuneye yerleştirilmesi

7.1 Deney Sonuçları

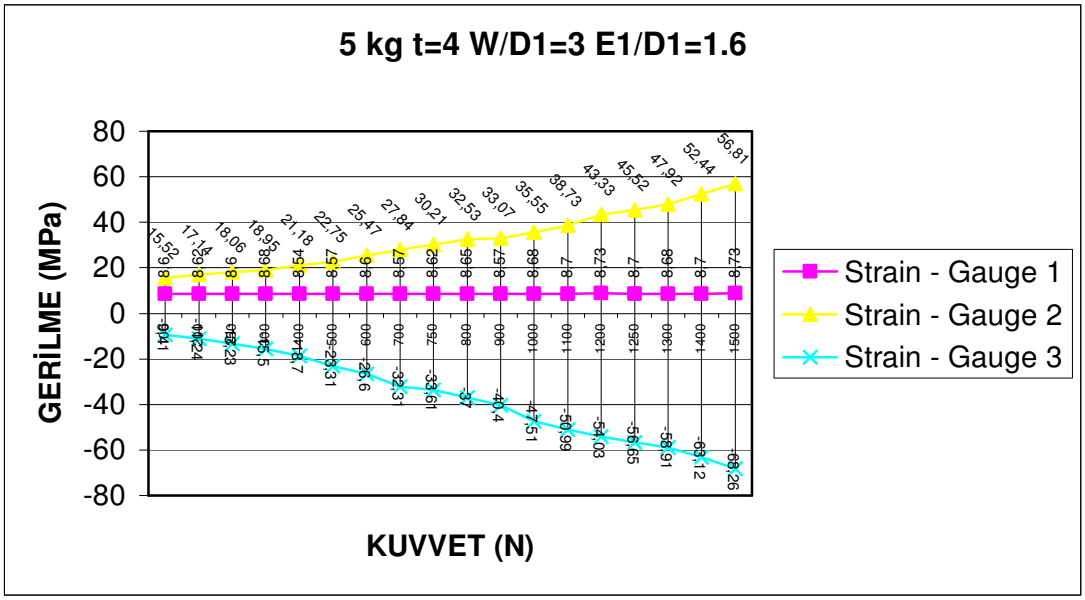
Bu bölümde, yapılan deneylerin sonuçları grafikler yardımıyla sunulmuştur. Deneyler, Bölüm 3 ' te anlatılan değişkenlerin hepsi için yapılmıştır. 2,5 ve 5 kg ile yapılan deneyler Resim 7.2 – 3 ' te gösterilmiştir.



Şekil 7.2 5 kg ile yapılan deneyin görüntüsü

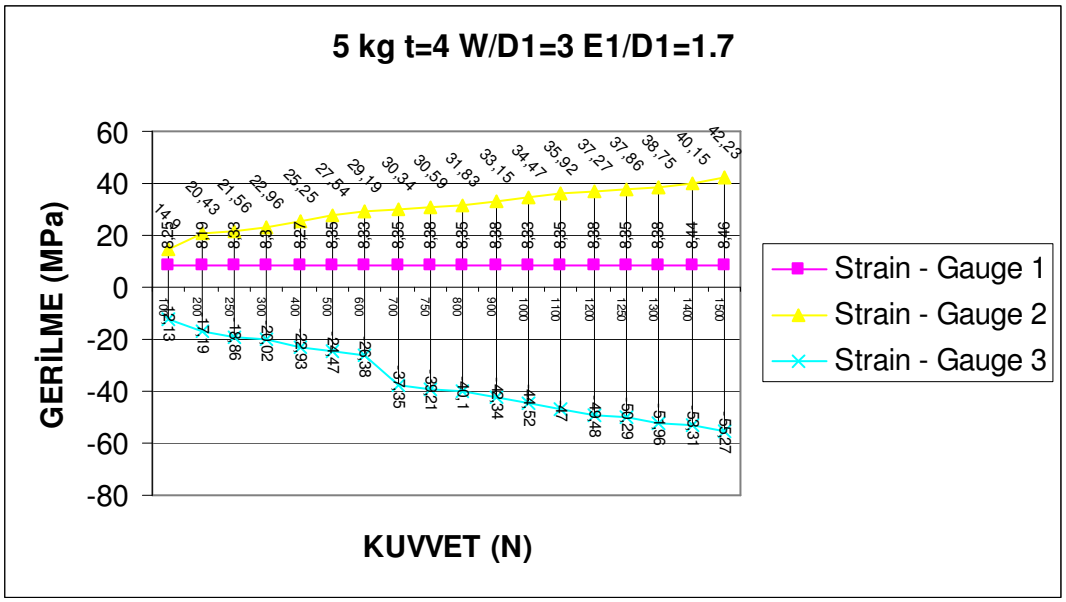


Şekil 7.3 2,5 kg ile yapılan deneyin görüntüsü



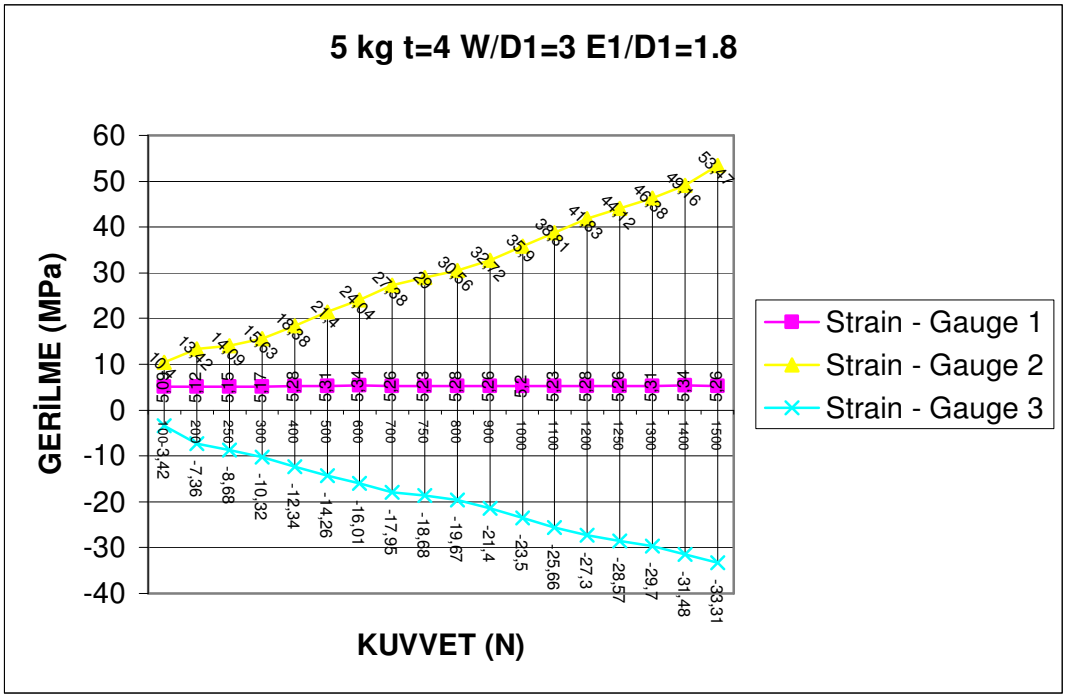
Şekil 7.4 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten de görüldüğü gibi 0 N' dan 1500 N' kadar 100 N' luk aralıklarla ve ayrıca ara değer olarak 250 – 750 ve 1250 N kuvvetleri uygulanmıştır. Strain - gauge 1' de yani iki pim arasındaki bölgede gerilmenin az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, doğrusal bir şekilde artan çeki gerilmesi görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise doğrusal bir şekilde artan bası gerilmesi görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvveti ise **4397 N**' dur. Ayrıca kopma strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



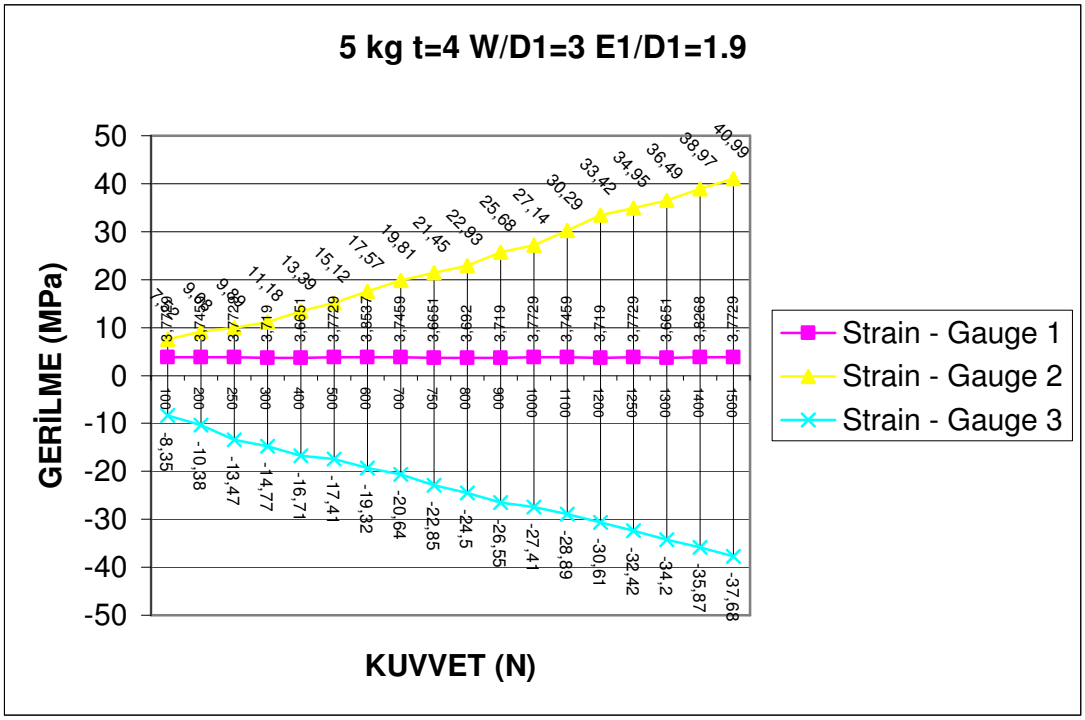
Şekil 7.5 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.5' teki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, doğrusal artan çeki gerilmesi görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, 600 N' a kadar bası gerilmesinin doğrusal arttığı, 700 N' ta oluşan artışın fazla olduğu ve deneyin devamında ise artışın 600 N' a kadar gerçekleşen artışla aynı olduğu görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvvetinin **5300 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



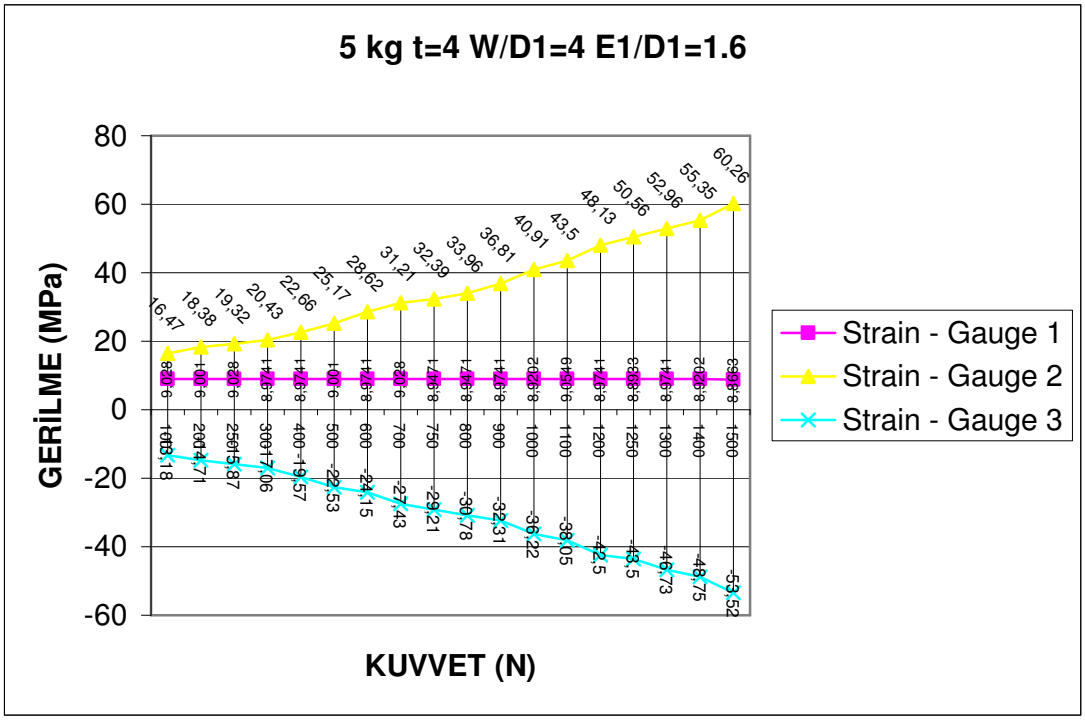
Şekil 7.6 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin 5,09 ile 5,26 MPa arasında az bir değişim gerçekleştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışa bakıldığında, artışın genelde aynı olduğu söylenebilir. Strain - gauge 3' te de strain - gauge 2' de olduğu gibi gerilmenin arttığı görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvvetinin **5479 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



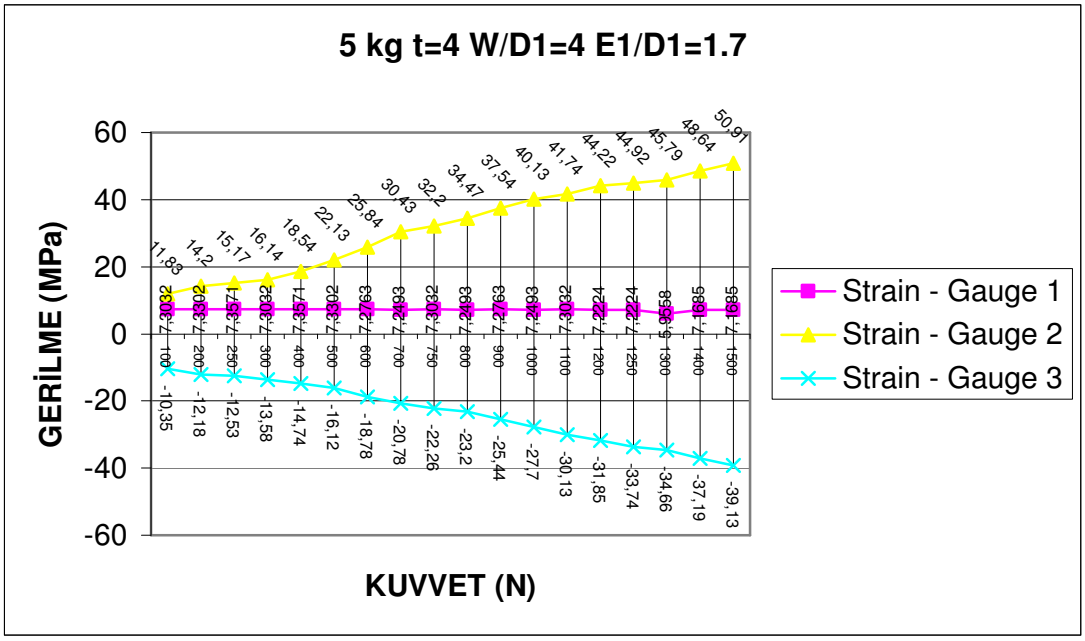
Şekil 7.7 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.7' deki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışa bakıldığında, artışın genelde 2 MPa ile 3 MPa arasında değiştiği görülmektedir. Bundan dolayı gerilmenin doğrusal artan çeki gerilmesi olduğu söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 1 ile 2 MPa arasında gerçekleştiği görülmektedir. Bu bölgede de, gerilmenin doğrusal artan bası gerilmesi oluştuğu söylenebilir. Ayrıca bu numunede kopmanın strain – gauge 2' nin olduğu yerde **4992 N'** da meydana gelmiştir.



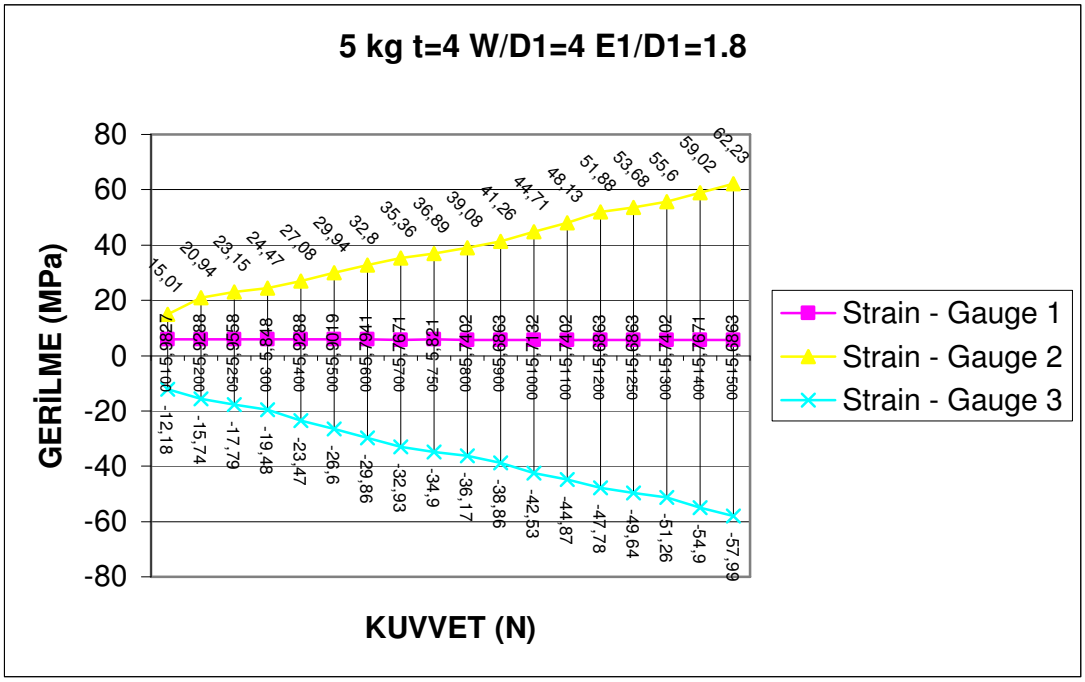
Şekil 7.8 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, 900 N' a kadar artışın 2 MPa civarında değiştiği, 900 N' dan sonra ise artışın 3 MPa civarında olduğu görülmektedir. Bundan dolayı gerilmenin, eğimi farklı iki doğru şeklinde gerçekleştiği söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 1100 N' a kadar ve 1100 N' dan sonra farklı olduğu görülmektedir. Fakat bu iki kısımdaki artışlara ayrı ayrı bakıldığında, genel olarak aynı olduğu görülmektedir. Bu numunenin kopma **5339,4 N**' da ve strain – gauge 2' nin olduğu yerde gerçekleşmiştir.



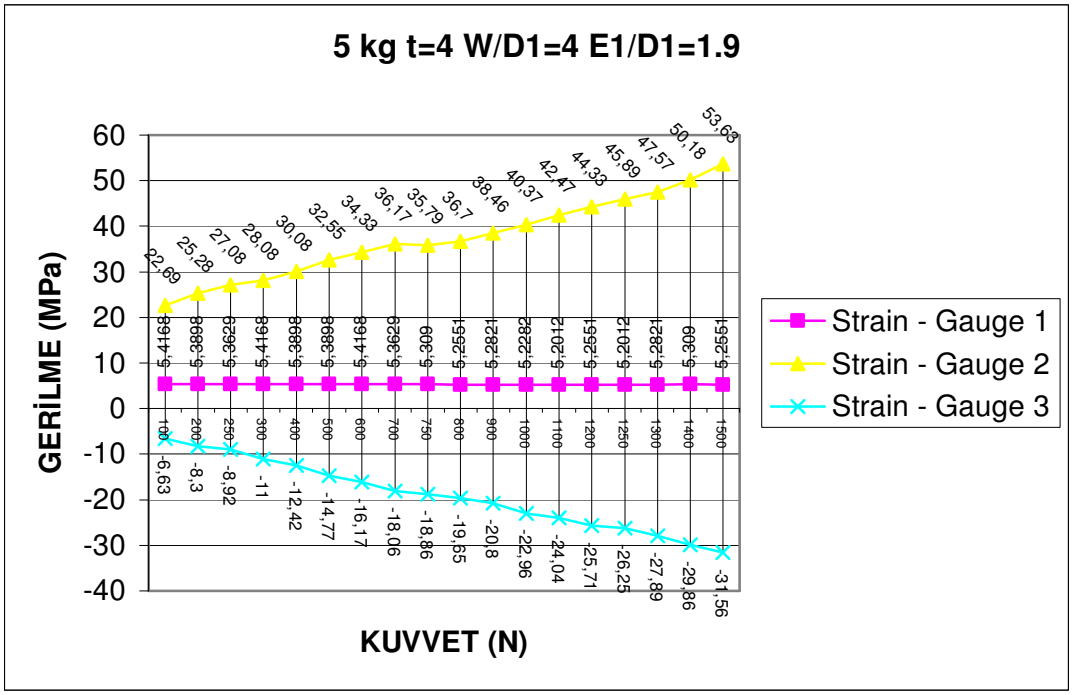
Şekil 7.9 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.9' da bulunan grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, 400 N' a kadar artışın 2 MPa civarında değiştiği ve düzenli olduğu, 400 ile 900 N arasında artışın düzensiz bir şekilde arttığı ve 900 N' dan sonrasının ise artışın 400 N' a kadar olanla aynı olduğu görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 1,5 MPa civarında olduğu ve gerilmenin doğrusallığa yakın bir şekilde arttığı görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvvetinin **5414,4 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



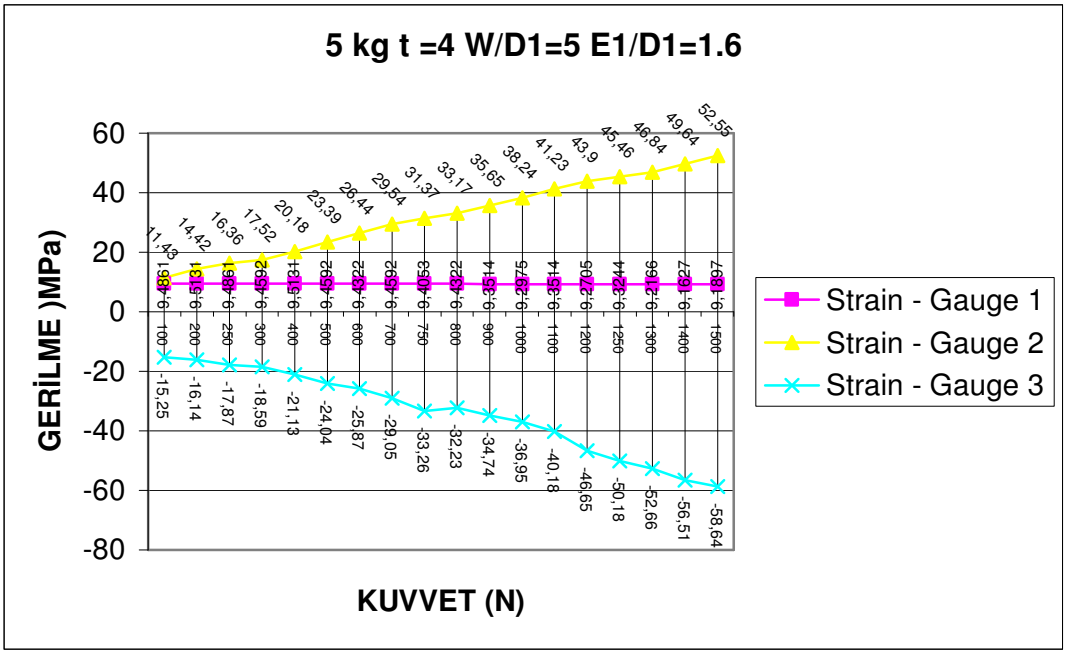
Şekil 7.10 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın genelde 3 – 3,5 MPa arasında değiştiği ve sadece 800 – 900 N arasındaki artışın 2,2 MPa olduğu görülmektedir. Artışın genelde olmasından dolayı gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 2,8 MPa civarında olduğu ve gerilmenin doğrusallığa yakın bir şekilde arttığı görülmektedir. Ayrıca bu numunede kopma strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde **5717,5 N**' da oluşmuştur.



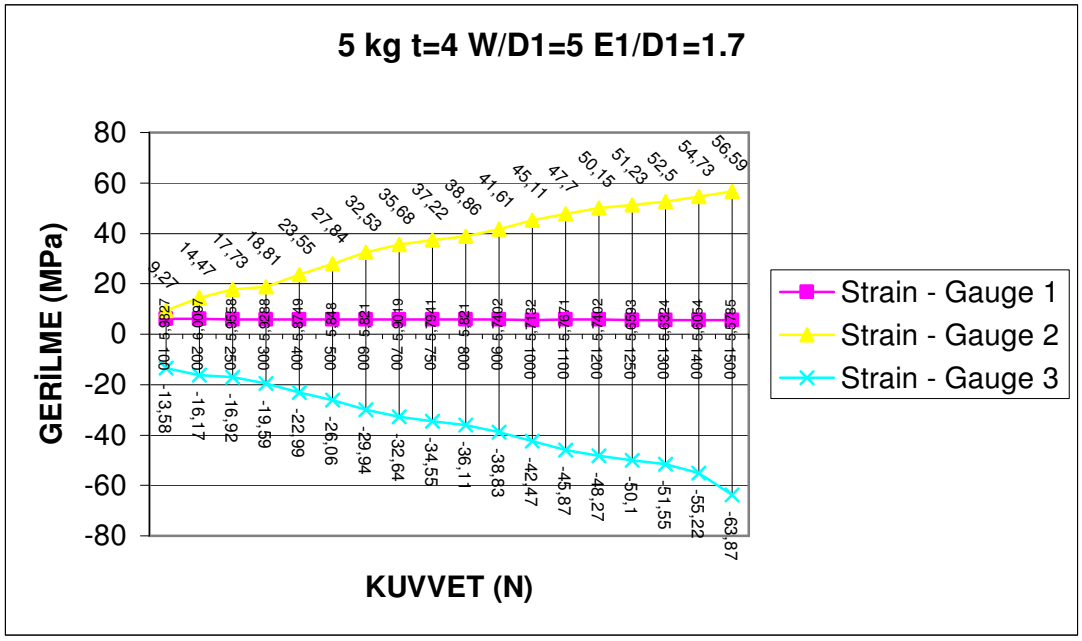
Şekil 7.11 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, 700 ile 900 N arasındaki artışın çok düşük olduğu ve diğer kısımlardaki artışın genellikle 2 MPa civarında değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 1,1 ile 2,3 MPa arasında değiştiği ve gerilmenin doğrusallığa yakın bir şekilde arttığı görülmektedir. Bu numunede kopma strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde **5552 N**' da meydana gelmiştir.



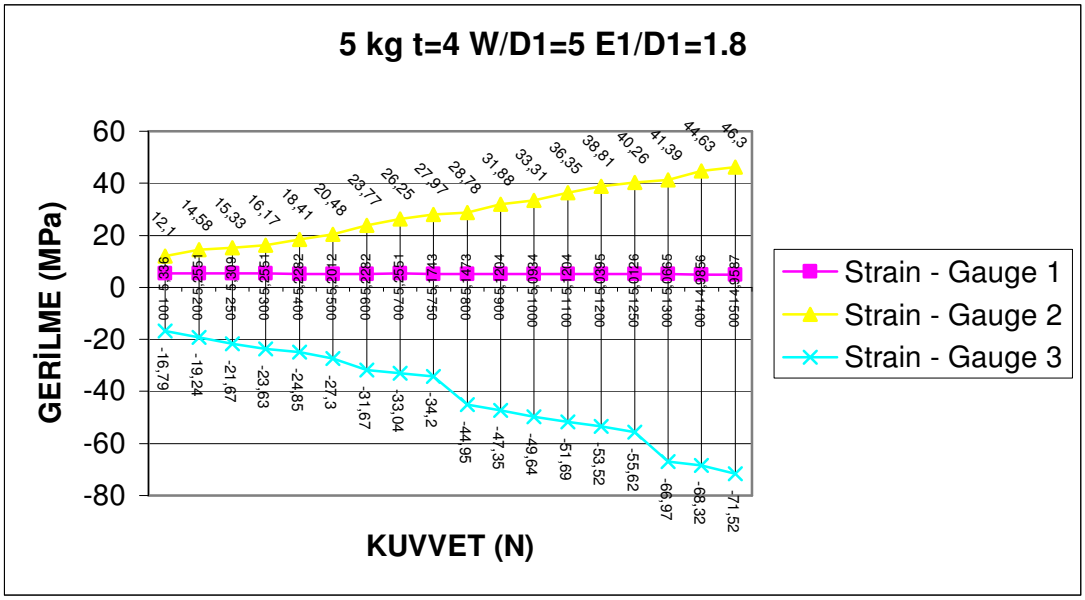
Şekil 7.12 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.12' deki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın 700 – 800 N arasındaki (3,6 MPa) hariç 2,5 – 3,2 MPa arasında olduğu görülmektedir. Bundan dolayı gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te de artışın düzensiz olduğu, gerilmenin 800 N' da düştüğü, 1200 N' da artışın çok fazla olduğu ve bu kuvvet sonra artışın giderek azaldığı görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvvetinin **5518,2 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



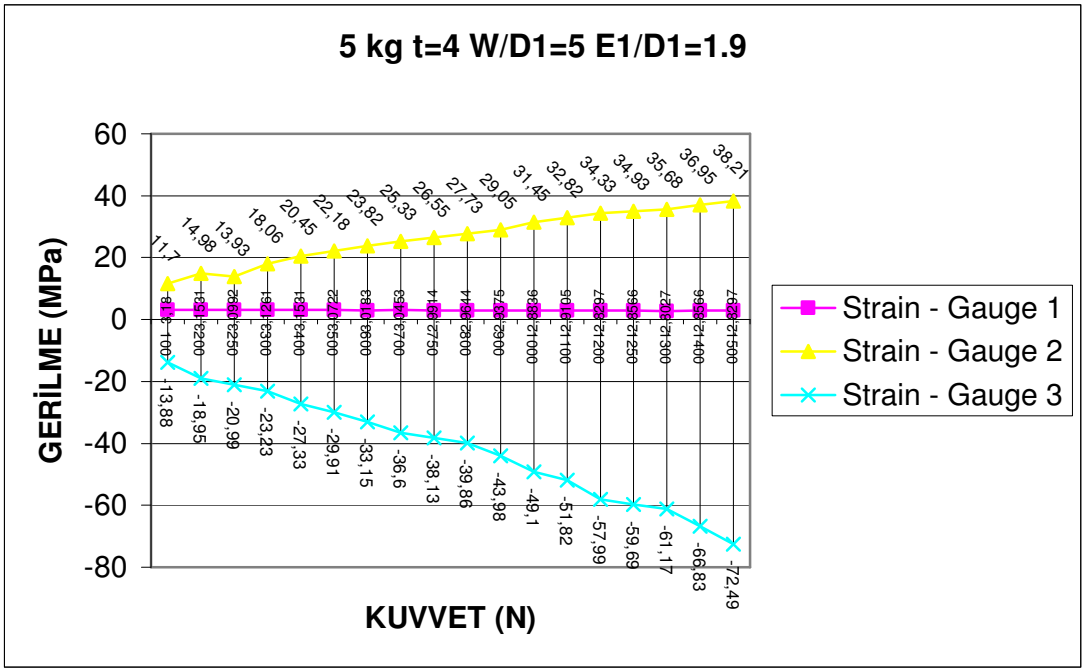
Şekil 7.13 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın üç farklı bölgede düzenli olduğu görülmektedir. Bunların ilkinde 0 – 600 N arasında 4 MPa civarında, ikincisinde 600 – 1000 N arasında 3 MPa civarında ve üçüncüsünde 1000 - 1500 N arasında 2 MPa civarındadır. Strain - gauge 3' te ise, artışın 1400 N' a kadar çok düzenli olarak 3 MPa civarında olduğu ve sadece 1500 N' da gerilmede fazla bir artış olduğu görülmektedir. Ayrıca bu numunede kopma, strain – gauge 2'nin bulunduğu yerde **5325,1 N**' da meydana gelmiştir.



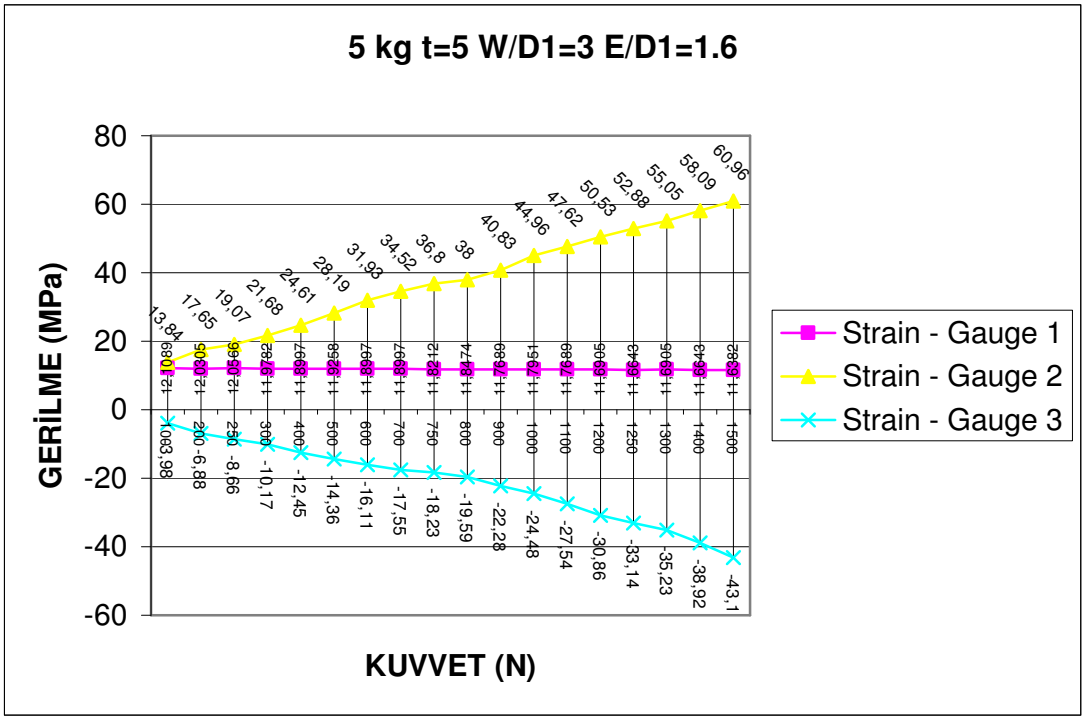
Şekil 7.14 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın genellikle düzenli olduğu ve 2,5 MPa civarında olduğu görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın genelde düzenli olduğu ancak 700 – 800 N ve 1200 – 1300 N arasındaki artışın çok fazla olduğu görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvvetinin **5325,01 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma, strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



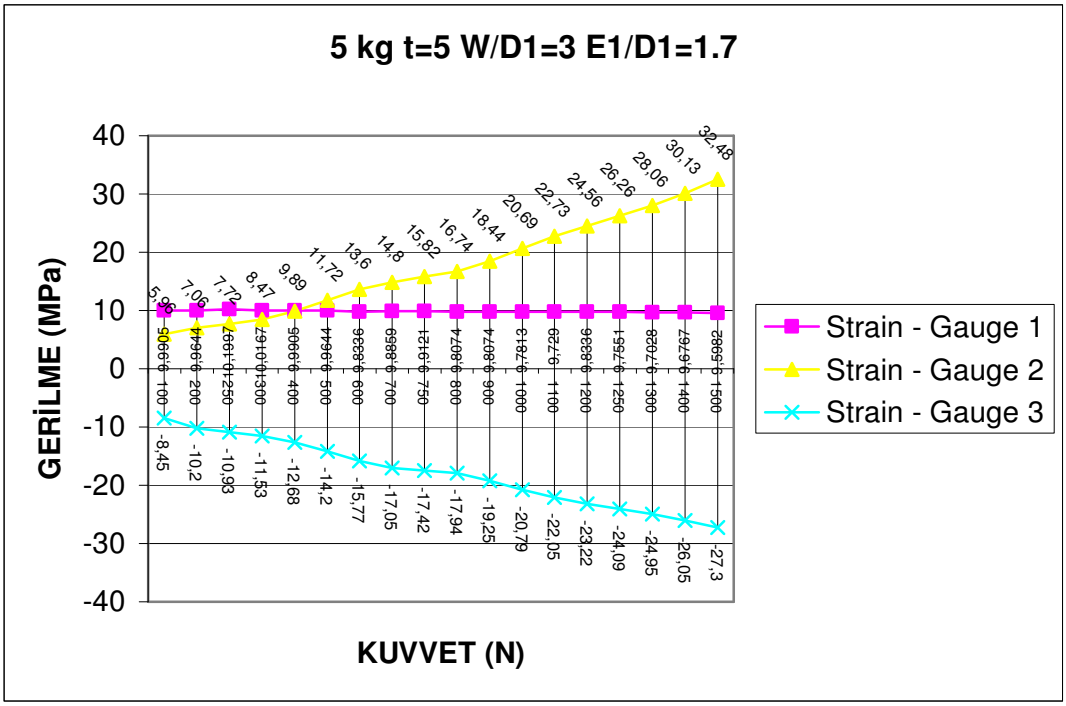
Şekil 7.15 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.15' deki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına göre, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın genellikle düzenli olduğu ve 1,4 – 2,4 MPa arasında değiştiği görülmektedir. Bu bölgedeki tek dikkat edilmesi gereken yer ise 250 N' da gerilmede bir düşme görülmesidir. Strain - gauge 3' te ise, artışın genelde düzensiz olduğu ve bir artıp bir azaldığı görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvvetinin **5605,13 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma, strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



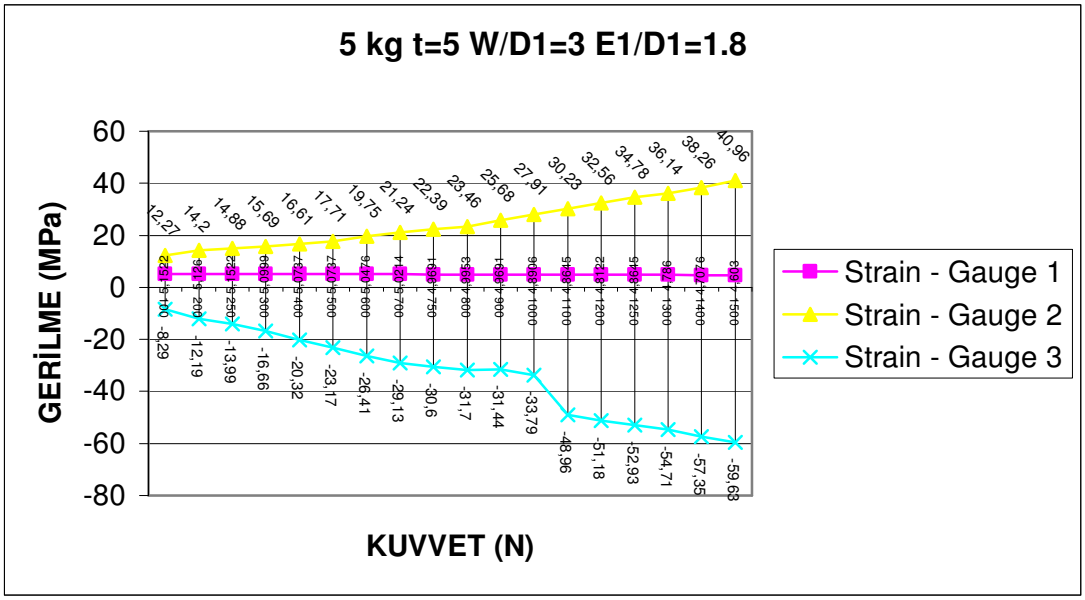
Şekil 7.16 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın genellikle düzenli olduğu ve 2,8 MPa civarında değiştiği görülmektedir ve gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 900 N' a kadar 2,5 MPa civarında olduğu ve 900 – 1500 N arasında da 3,5 MPa civarında olduğu görülmektedir ve gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Ayrıca bu numunede kopma, strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde **7192 N**' da meydana gelmiştir.



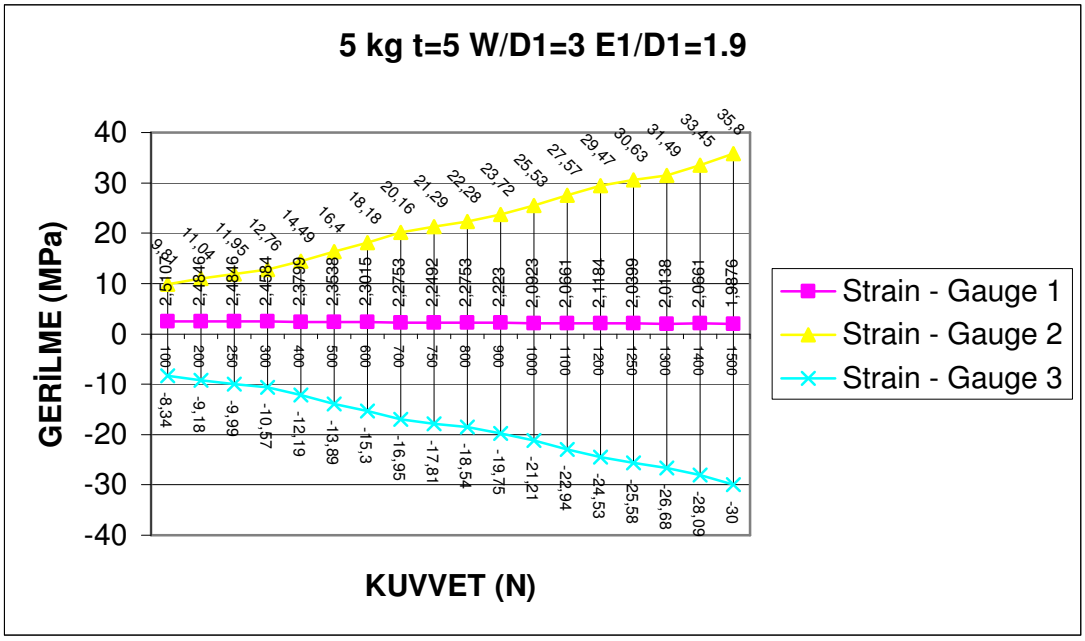
Şekil 7.17 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.17' deki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın düzenli olduğu ve 1,9 MPa civarında değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın düzenli olduğu ve 1,6 MPa civarında görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvvetinin **7467,7 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



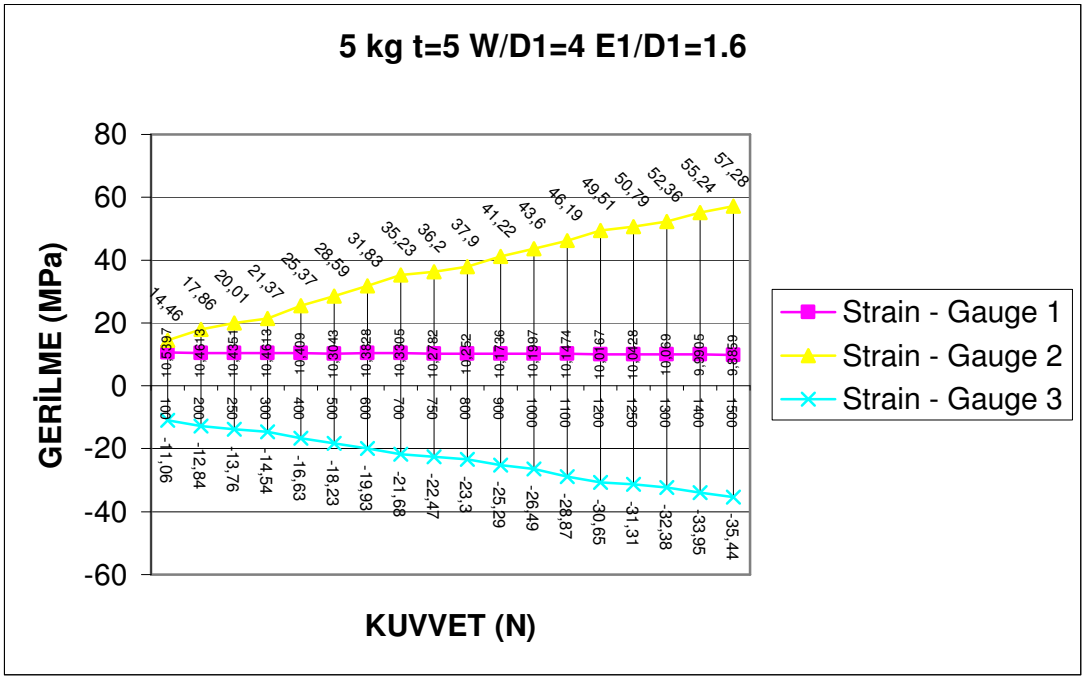
Şekil 7.18 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin 0,84 ile 1,02 MPa arasında değiştiği görüldüğünden dolayı genel anlamda gerilmenin değişmediği sabit kaldığı söylenebilir. Strain - gauge 2' de ise, artışın 800 N' a kadar 3 MPa, 800 – 900 N arasında çok az bir azalma, 1000 – 1100 N arasında büyük bir artış görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın düzenli olduğu ve 2,5 MPa civarında görülmektedir. Ayrıca bu numunede kopma, strain – gauge 2'nin olduğu yerde **7213,5 N**' da meydana gelmiştir.



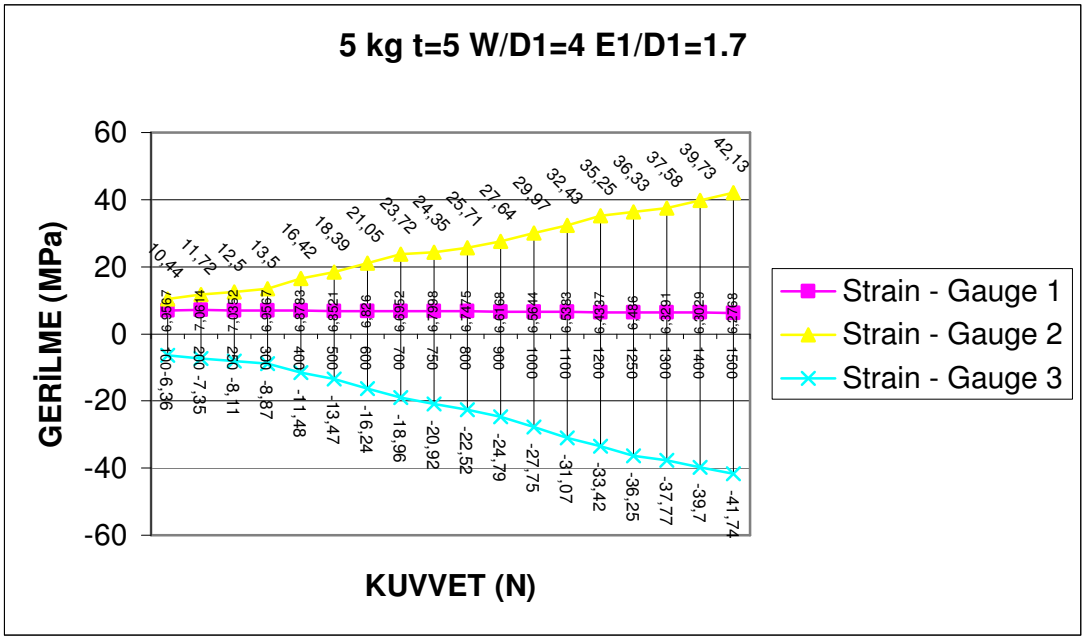
Şekil 7.19 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın düzenli olduğu ve 1,5 – 2,2 MPa arasında değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın düzenli olduğu ve 1,4 – 2,1 MPa arasında görülmektedir. Ayrıca bu numunenin kopma kuvvetinin **7362,75 N** olduğu bulunmuştur.



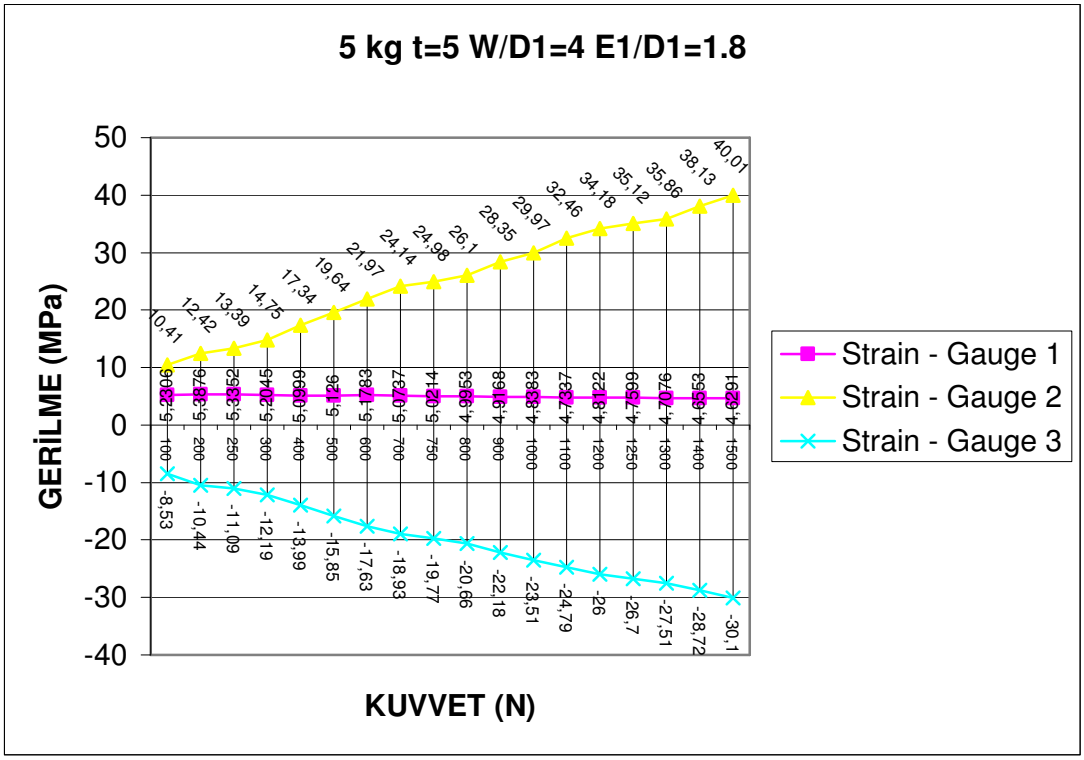
Şekil 7.20 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.20' de bulunan grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın düzenli olduğu ve 2,5 – 3,5 MPa arasında değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın düzenli olduğu ve 1,4 – 2,2 MPa arasında değiştiği görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvvetinin **7375,1 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma, strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



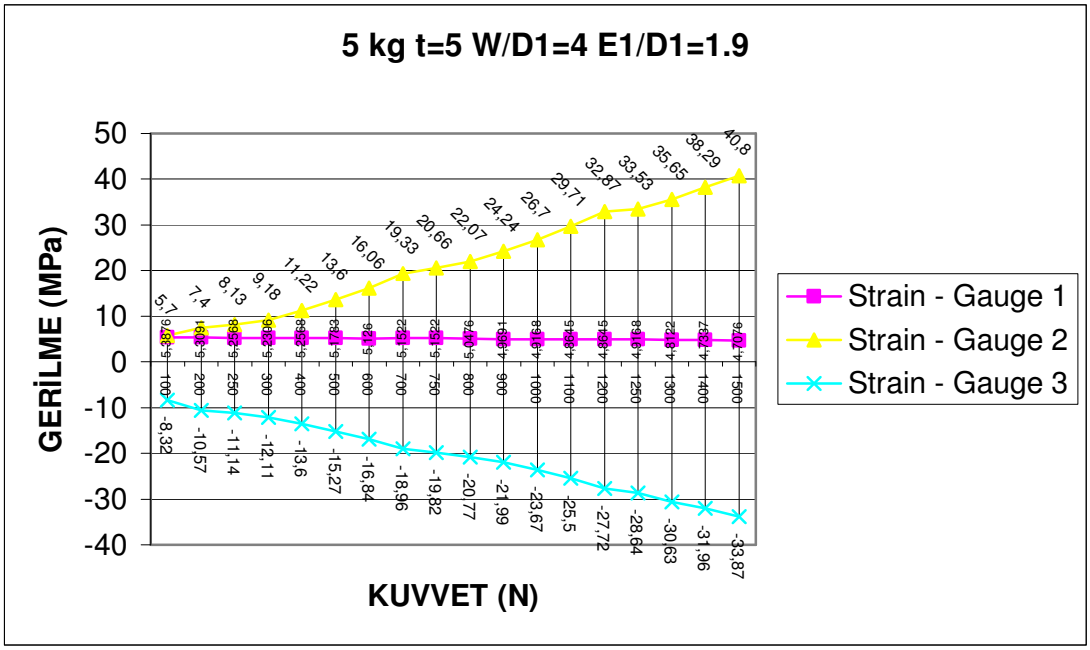
Şekil 7.21 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın düzenli olduğu ve 2,5 MPa civarında değiştiği görülmektedir ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artışın genelde düzenli olduğu ve 2 – 2,8 MPa arasında değiştiği görülmektedir. Sadece 1200 – 1300 N arasındaki artış 4,3 MPa' dır. Bu numunenin kopma kuvvetinin **7499,7 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma, strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



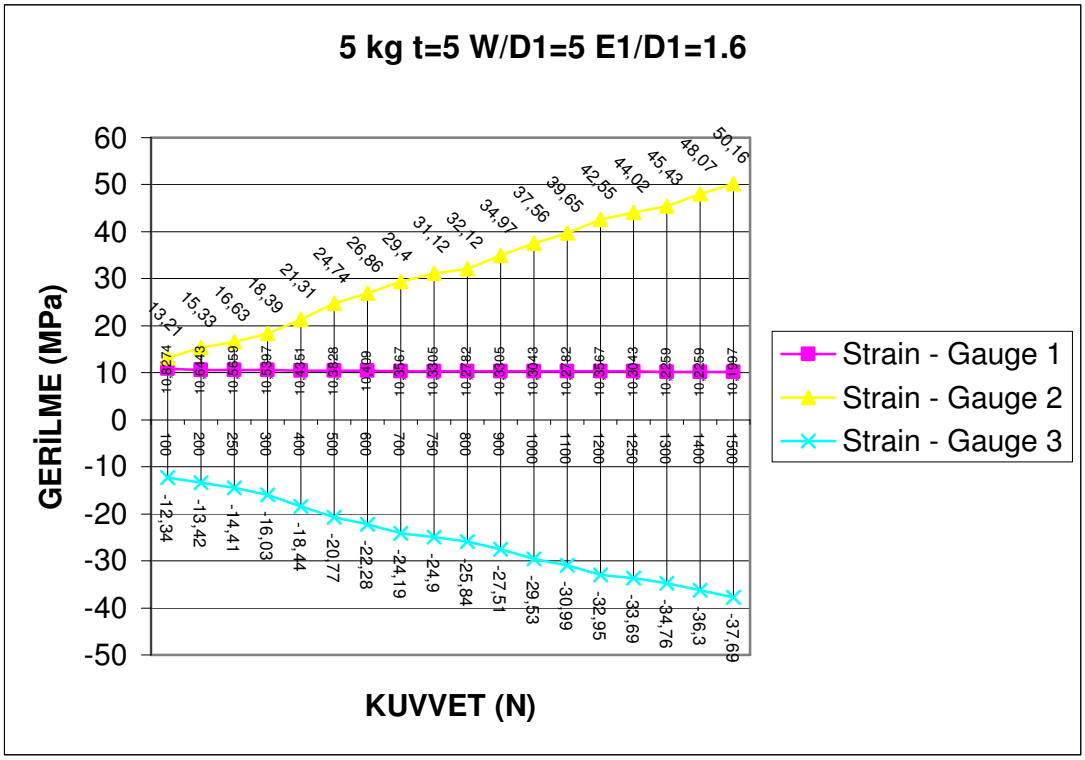
Şekil 7.22 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.22' deki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın düzenli olduğu ve 2,3 MPa civarında değiştiği görülmektedir ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artışın genelde düzenli olduğu ve 1,5 MPa civarında değiştiği görülmektedir ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Ayrıca bu numunede kopma, strain – gauge 2'nin bulunduğu yerde **7463,23 N**' da meydana gelmiştir.



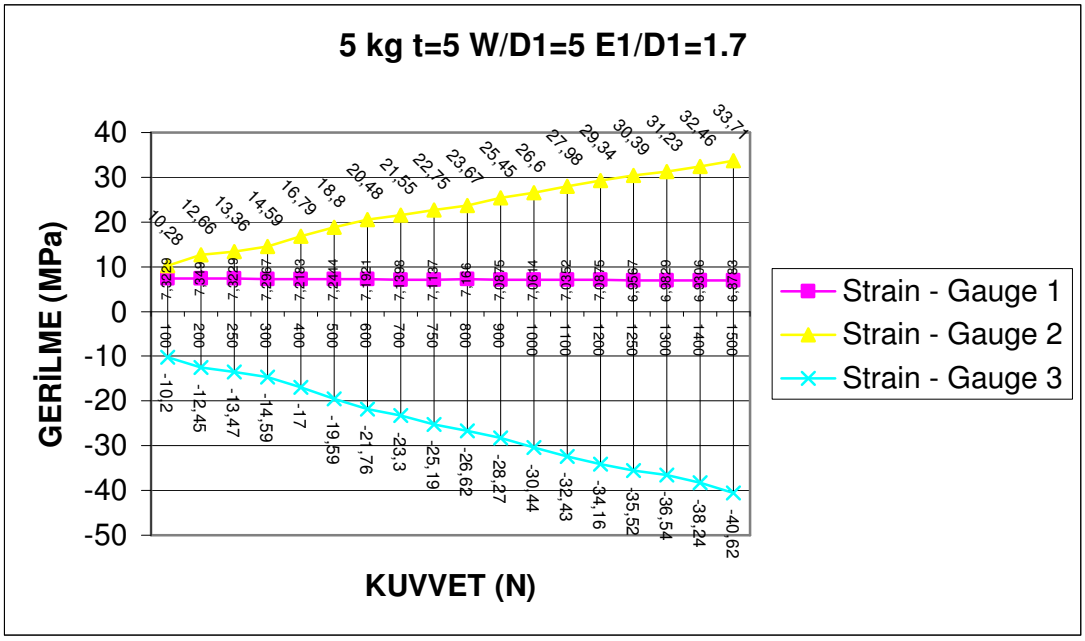
Şekil 7.23 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin 0,73 ile 0,94 MPa arasında değiştiği görüldüğünden dolayı genel anlamda gerilmenin değişmediği sabit kaldığı söylenebilir. Strain - gauge 2' de ise, 0 – 600 N arasındaki artış 1,5 MPa, 600 – 1500 N arasında 2,8 MPa olduğu görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, 0 – 700 N arasında 1,6 MPa, 700 – 1500 N arasında ise 1,9 MPa civarındadır. Bu numunenin kopma kuvvetinin **7251,7 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



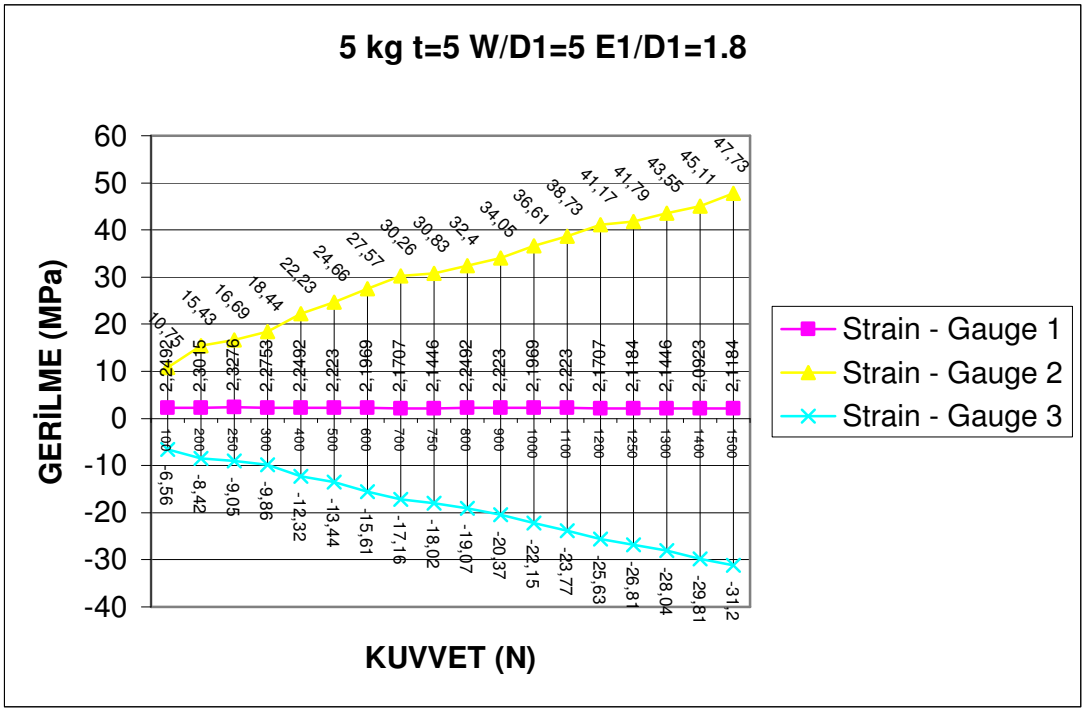
Şekil 7.24 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artış 2,6 MPa civarındadır ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artış 1,8 MPa civarındadır ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Ayrıca bu numunede kopma, strain – gauge 2' nin olduğu yerde **7612,05 N**' da meydana gelmiştir.



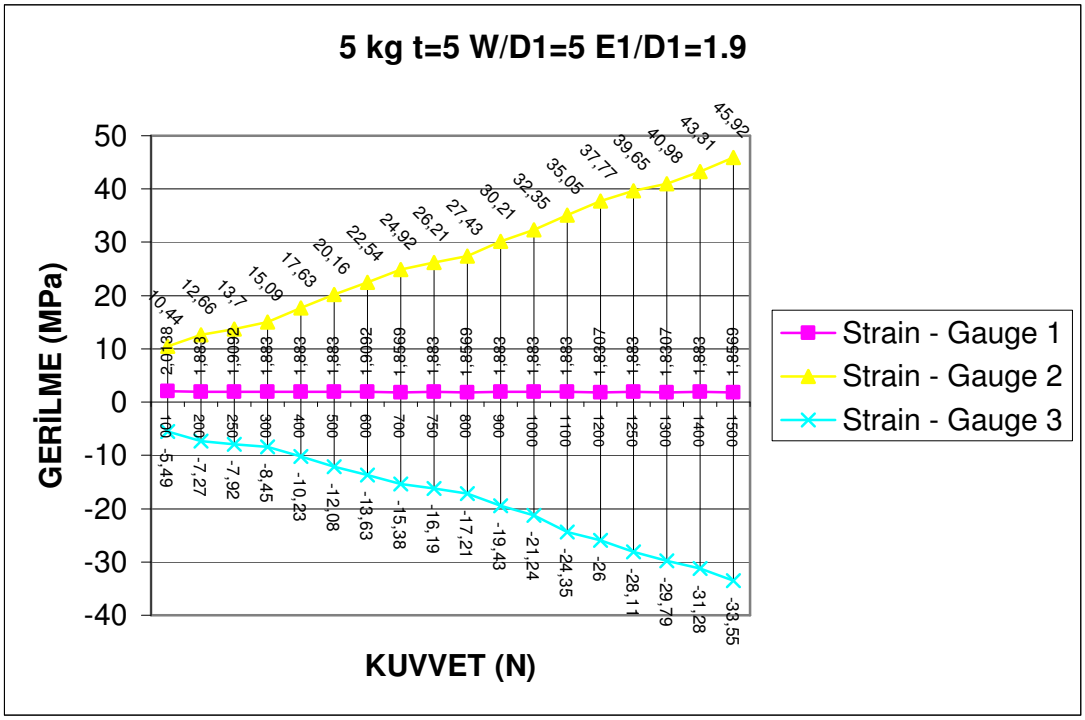
Şekil 7.25 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin 0,58 ile 0,81 MPa arasında değiştiği görüldüğünden dolayı genel anlamda gerilmenin değişmediği sabit kaldığı söylenebilir. Strain - gauge 2' de ise, genelde düzenli bir artış (1,5 MPa civarında artış) olmakla beraber 100 – 200 (2,4 MPa artış) ve 700 – 800 N (2,1 MPa artış) arasındaki artış daha fazladır. Strain - gauge 3' te ise, düzensiz bir artış olduğu görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvvetinin **7447,5 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma, strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



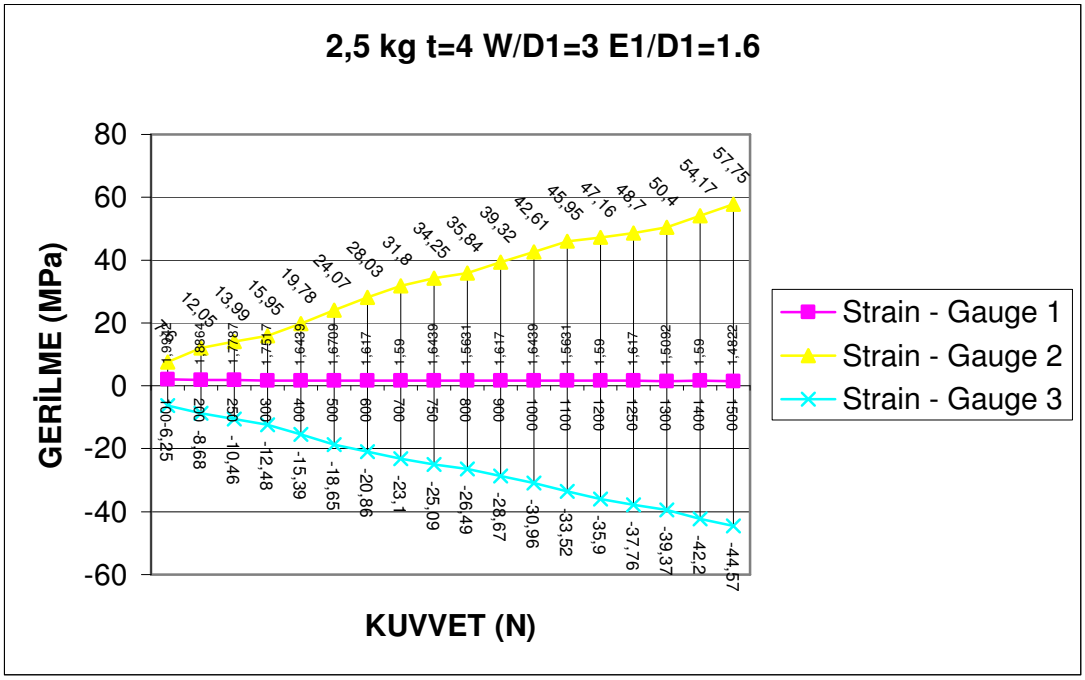
Şekil 7.26 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, 0 – 600 N (2,4 – 4,7 MPa arasında artış) arasındaki artışın 600 – 1500 N (2,4 MPa civarında artış) arasındaki artıştan daha fazla olduğu görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, genelde düzenli bir artış (1,8 MPa civarında) olduğu görülmektedir. Bu numunenin kopma kuvvetinin **7108,4 N** olduğu bulunmuştur. Ayrıca kopma, strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde oluşmuştur.



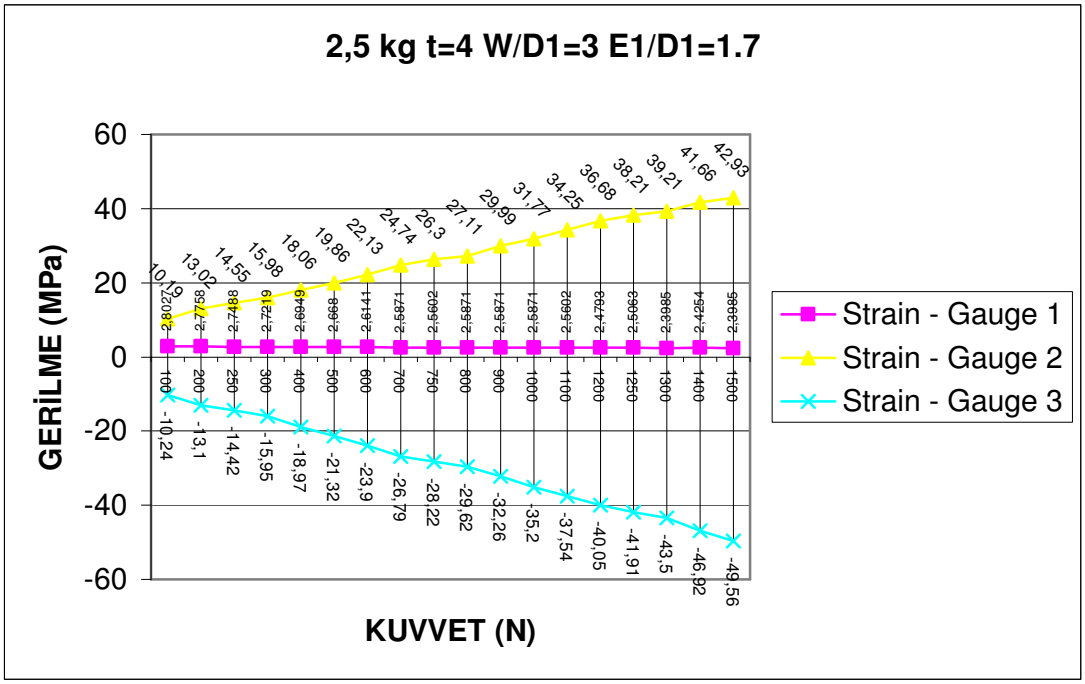
Şekil 7.27 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.27' deki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın ortalama 2,5 MPa olduğu görülmektedir ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal olarak arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, genelde düzenli bir artış (1,8 MPa) olduğu görülmektedir. Sadece 1200 – 1300 N arasındaki artış 3,8 MPa' dır. Ayrıca bu numunede kopma, strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde **7114,5 N**' da meydana gelmiştir.



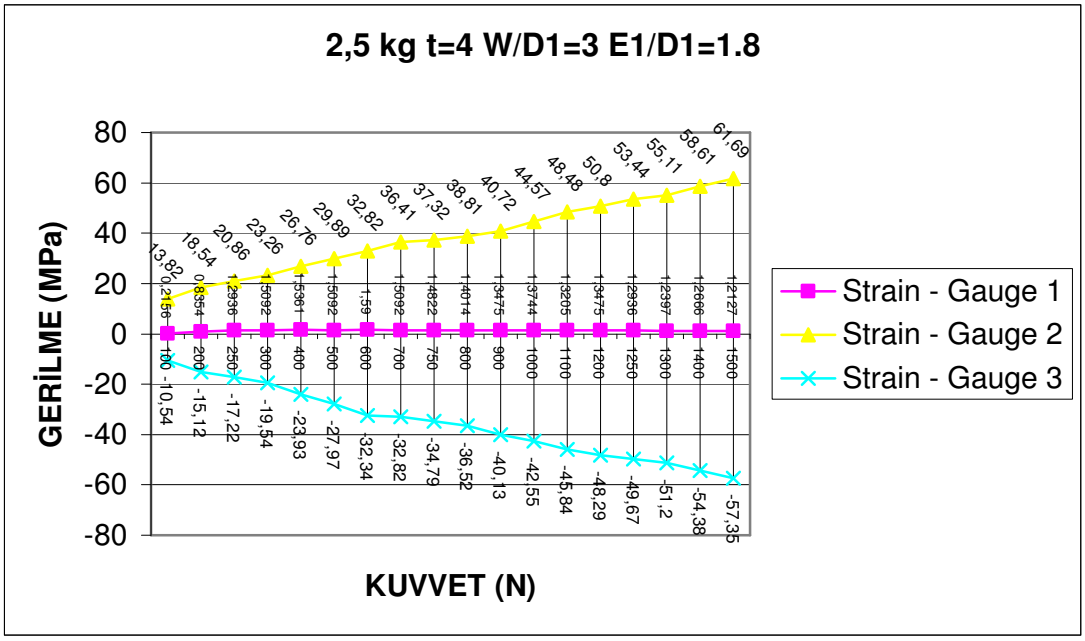
Şekil 7.28 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın düzenli olarak 3,3 MPa civarında olduğu görülmektedir ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal olarak arttığı söylenebilir. Sadece 1100 – 1200 N arasında gerçekleşen artış 1,2 MPa' dır. Strain - gauge 3' te ise, genelde düzenli bir artış (2,5 MPa) olduğu görülmektedir ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal olarak arttığı söylenebilir.



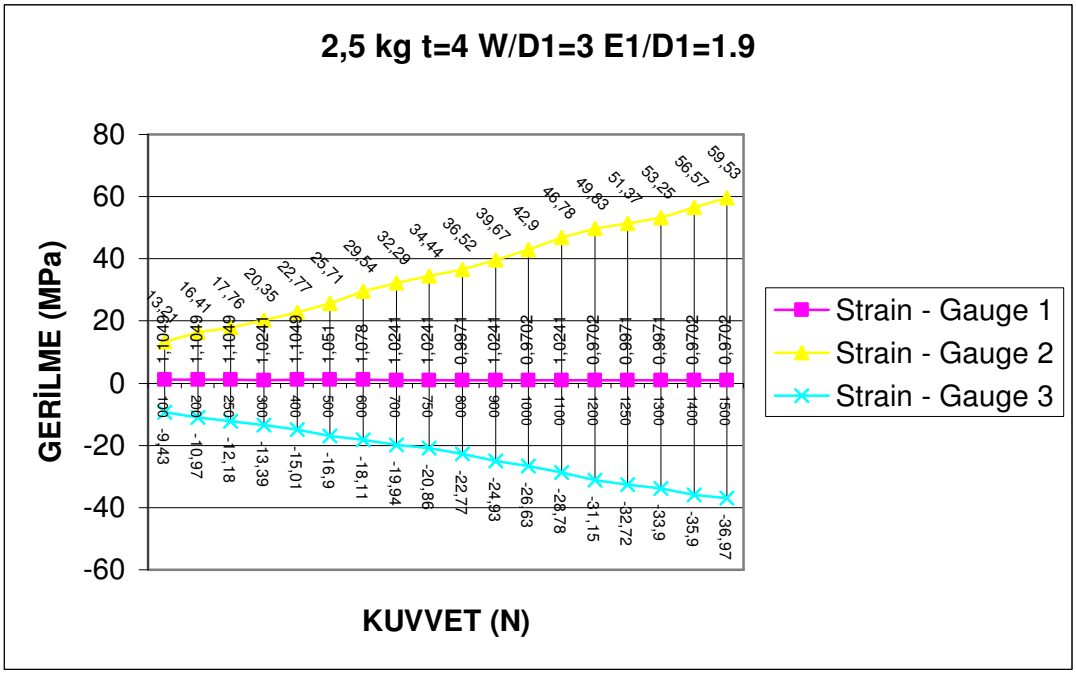
Şekil 7.29 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın düzenli olarak 2,5 MPa civarında olduğu görülmektedir ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal olarak arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, 0 – 1200 N arasındaki artışın 2,5 – 3 MPa ve 1200 – 1500 N arasındaki artışın da 3,4 MPa civarında olduğu görülmektedir.



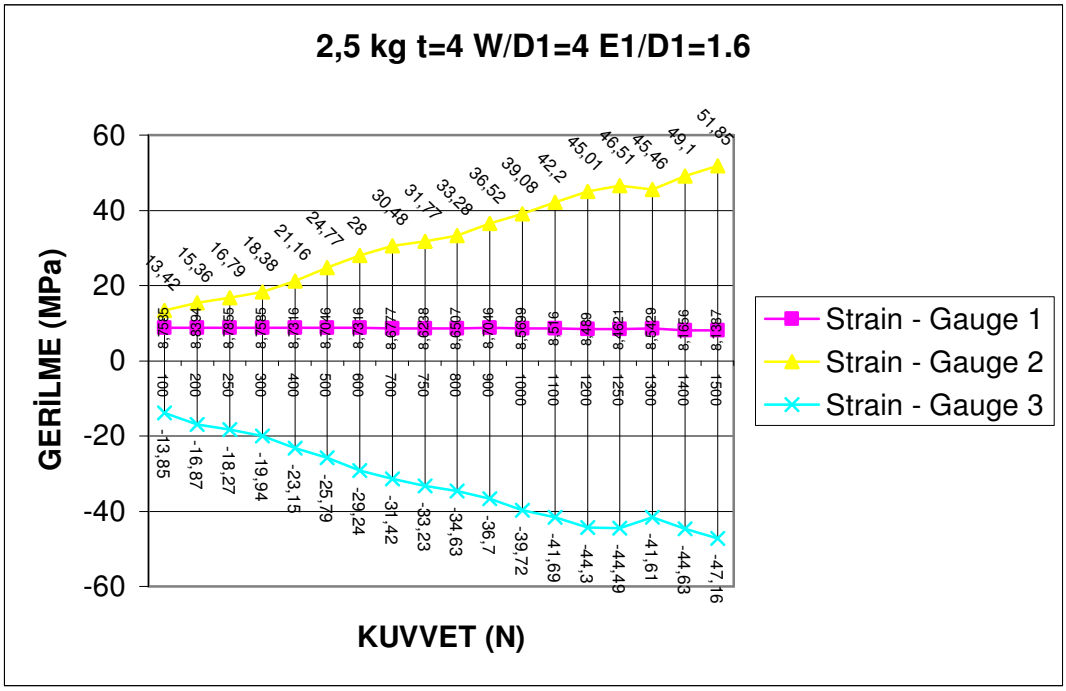
Şekil 7.30 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.30' daki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, 0 – 600 N arasındaki artışın 4 – 4,5 MPa arasında değiştiği, 600 – 700 N arasındaki artışın çok az olduğu (0,5 MPa) ve 700 N' dan sonra artışın 3 – 3,7 MPa arasında değiştiği görülmektedir.



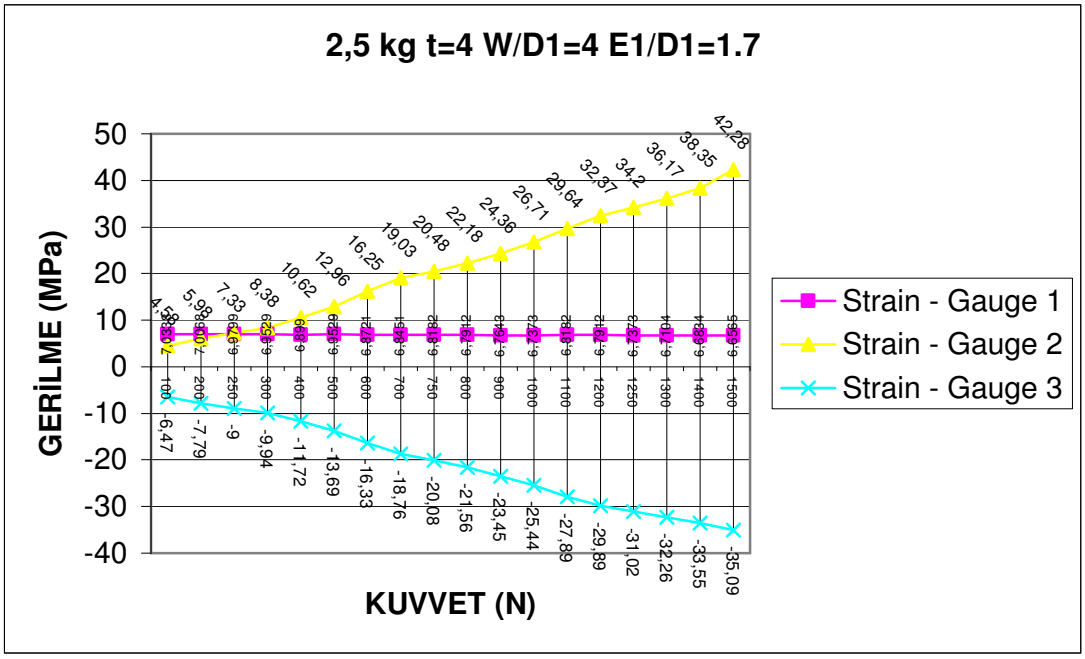
Şekil 7.31 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın düzenli olarak 3,6 MPa civarında olduğu görülmektedir ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal olarak arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, genelde düzenli bir artış (2 MPa) olduğu görülmektedir ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal olarak arttığı söylenebilir.



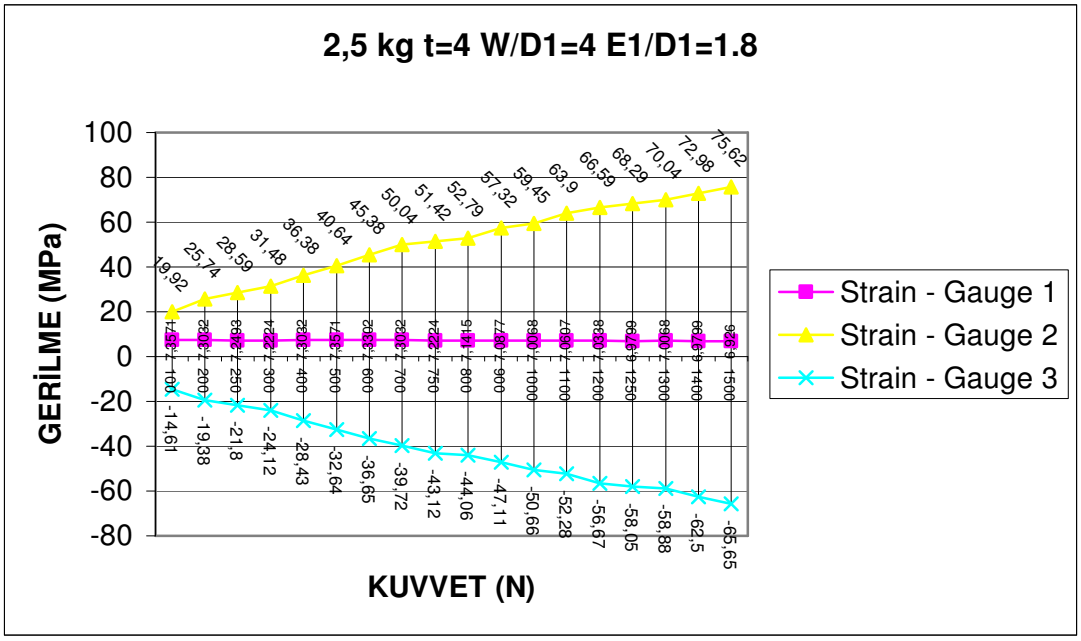
Şekil 7.32 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın 1200 N' a kadar doğrusal bir şekilde arttığı ve ayrıca gerilmenin 1300 N' da bir anda azaldığı görülmektedir. Bu göz ardı edilirse gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, Strain - gauge 2' de gerçekleşen durumun aynısının gerçekleşmiş olduğu görülmektedir.



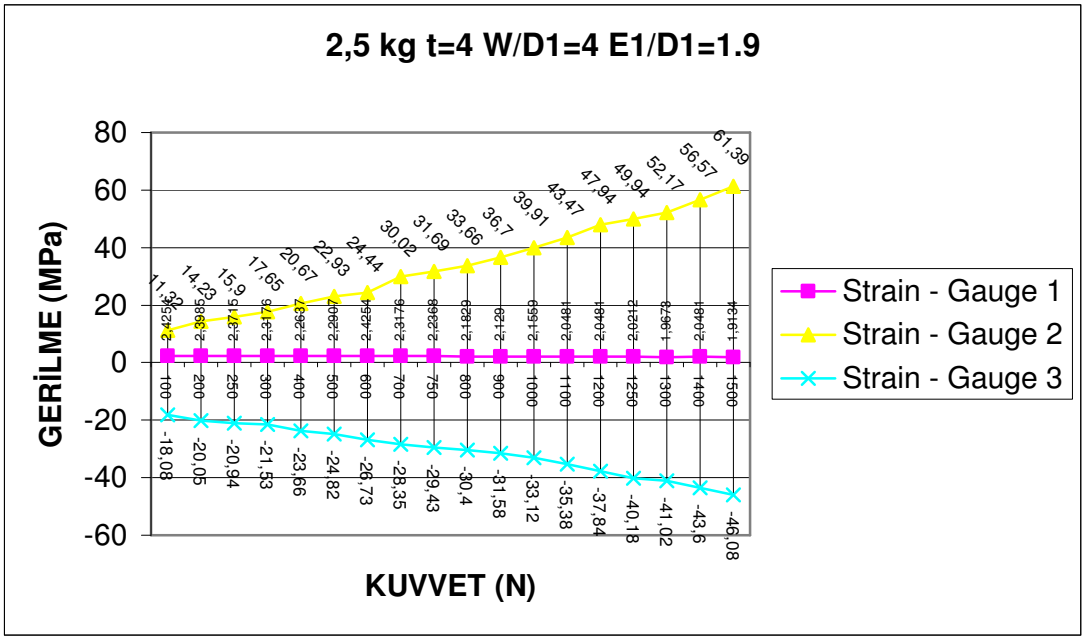
Şekil 7.33 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.33' teki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın düzenli olarak 2,7 MPa civarında olduğu ve gerilmenin doğrusal olarak arttığı görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın düzenli olarak 2 MPa civarında olduğu ve gerilmenin doğrusal olarak arttığı görülmektedir.



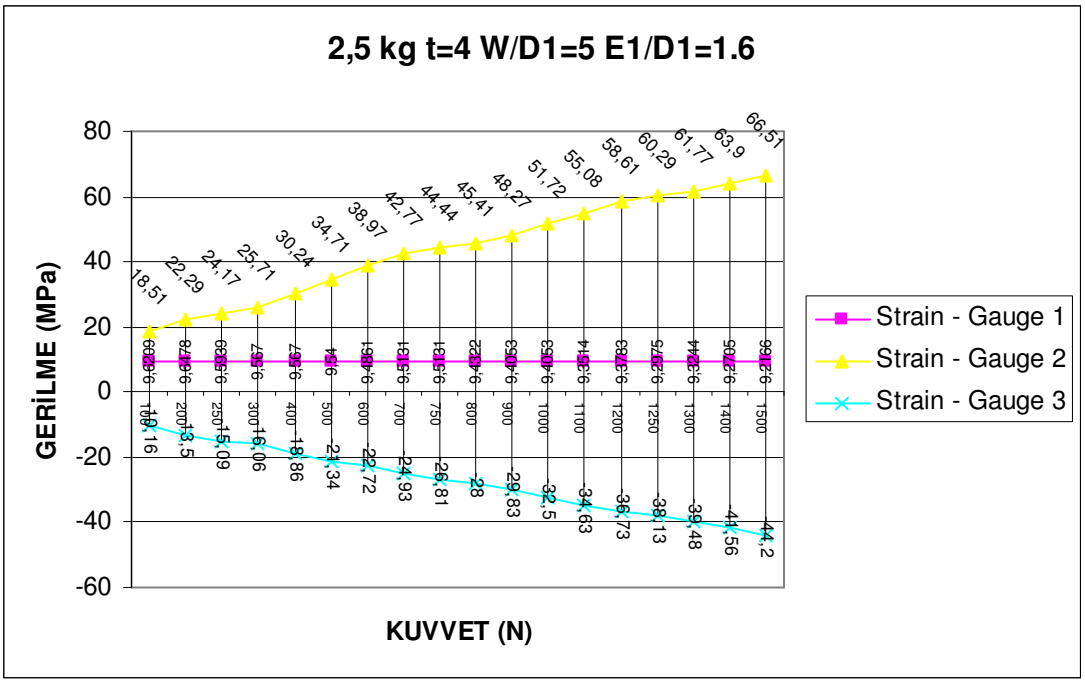
Şekil 7.34 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.34' teki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, 0 – 700 N arasındaki artışın 4,7 MPa, 700 – 1500 N arasındaki değişken olduğu görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın düzenli olarak 3,5 MPa civarında olduğu ve sadece 1000 – 1100 N arasındaki artışın 1,6 MPa olduğu görülmektedir. Eğer bu bölüm göz ardı edilirse, gerilmenin doğrusal olarak arttığı söylenebilir.



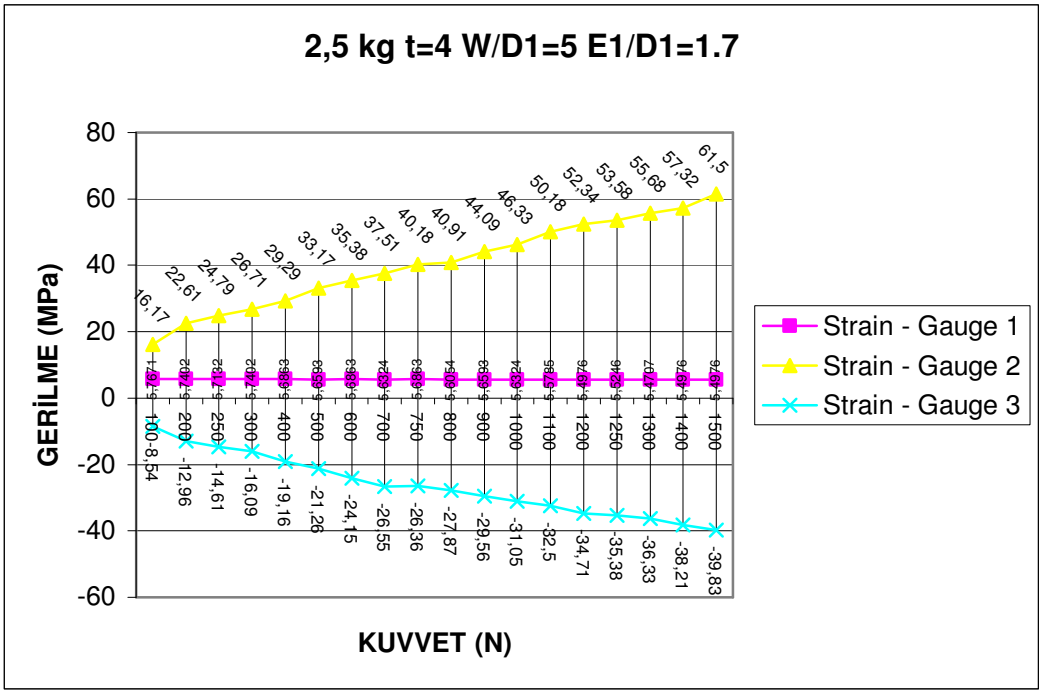
Şekil 7.35 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.35' teki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, 0 – 400 N ve 700 – 1100 N arasındaki artışın 3 MPa civarında, 1100 – 1500 N arasındaki artışın 4,5 MPa civarında ve 500 – 600 N arasındaki artışın da çok yüksek (5,8 MPa) olduğu görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın düzenli olarak 2 MPa civarında olduğu ve gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı görülmektedir.



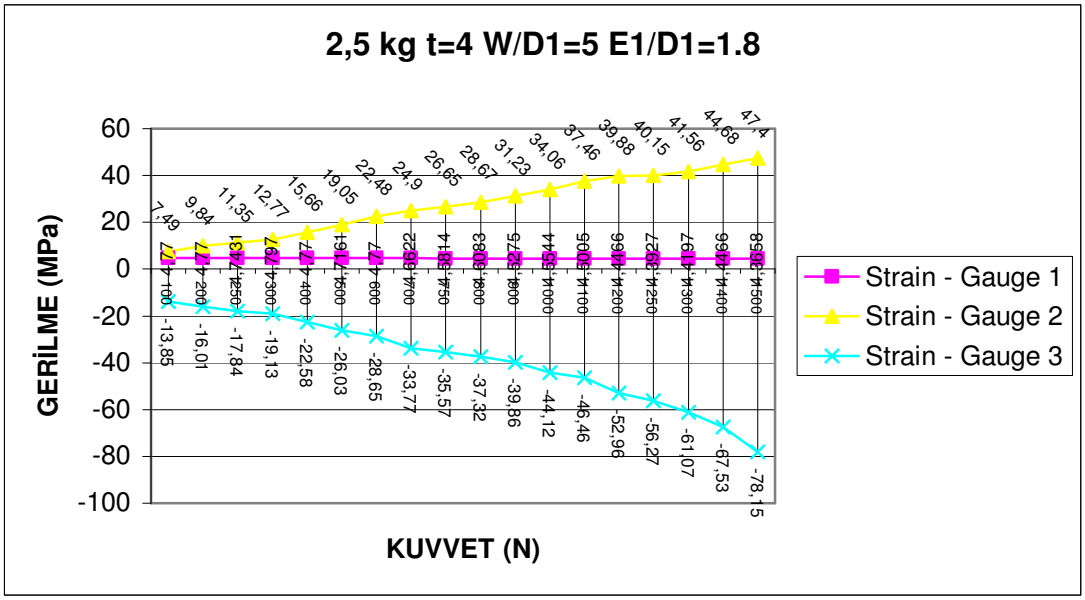
Şekil 7.36 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, kuvvetin artışı ile gerilmedeki artışın doğrusal olarak arttığı görülmektedir. Strain - gauge 3' te de, strain - gauge 2' de olduğu gibi gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı görülmektedir.



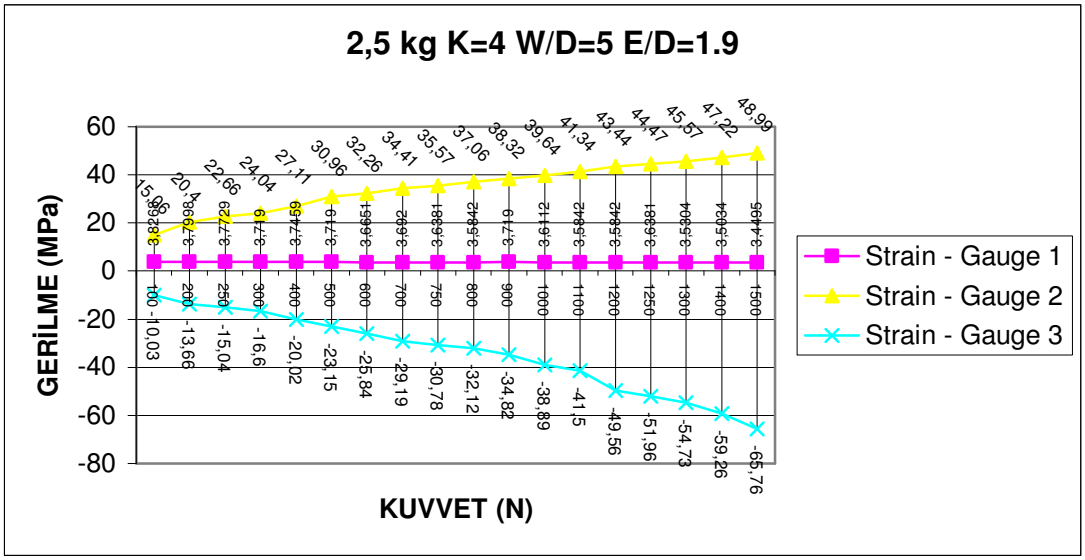
Şekil 7.37 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, artışın ortalama 3 MPa civarında olduğu görülmektedir ve bundan dolayı gerilmenin doğrusal olarak arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 0 – 700 N arasında 3 MPa civarında ve 700 – 1500 N arasında 2 MPa civarında olduğu görülmektedir.



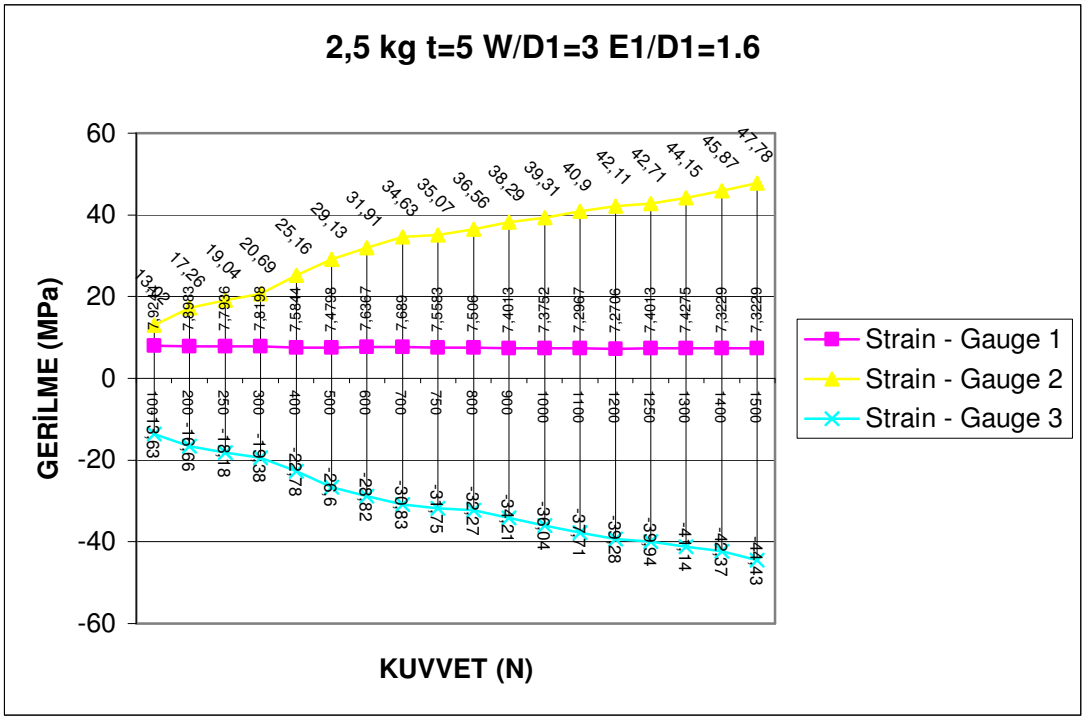
Şekil 7.38 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın 2,4 – 3,5 MPa arasında olduğu görülmektedir. Sadece 1200 – 1300 N arasındaki artışın 1,7 MPa olduğu görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın dağınık bir şekilde gerçekleştiği görülmektedir. Ayrıca 1100 N' dan sonra artışın çok fazla olduğu görülmektedir. Özellikle 1400 – 1500 N arasındaki artışın 10,6 MPa olduğu ortadadır.



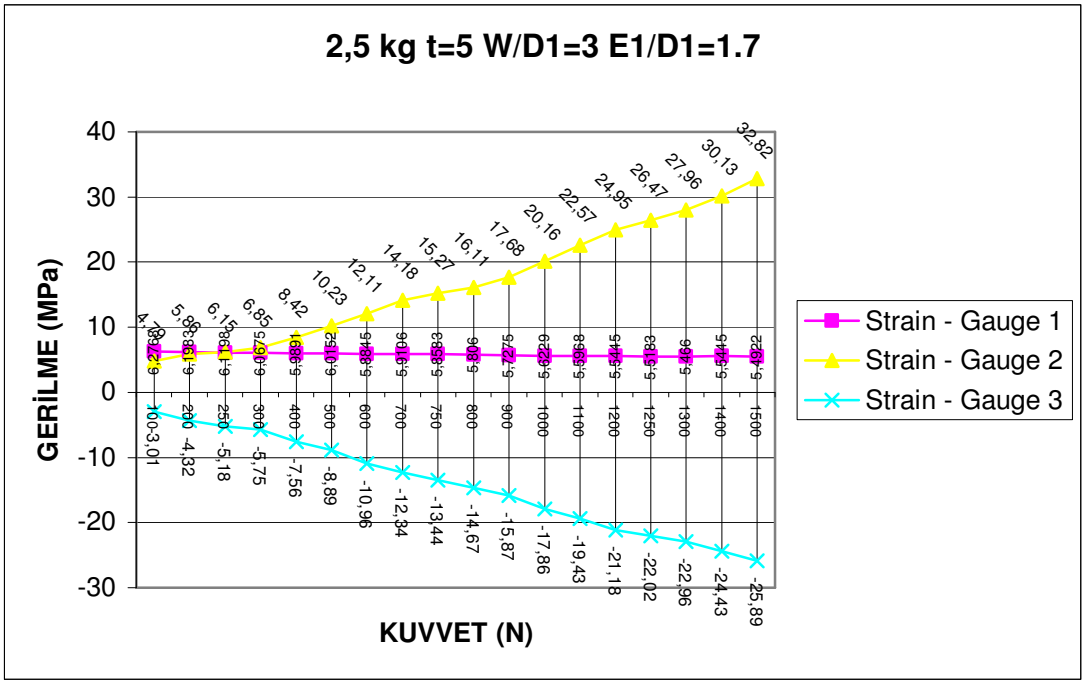
Şekil 7.39 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin -0,43 ile -0,7 MPa arasında değiştiği görüldüğünden dolayı genel anlamda gerilmenin değişmediği sabit kaldığı söylenebilir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, 0 – 500 N arasında 3,6 MPa civarında, 500 – 1500 N arasında 1,3 – 2,3 MPa arasında olduğu görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 0 – 1100 N arasında 3 MPa civarında olduğu ve 1100 N' dan sonra ise artışın çok olduğu görülmektedir. En fazla artışın ise 1100 – 1200 N arasında 8 MPa ile gerçekleşmiştir.



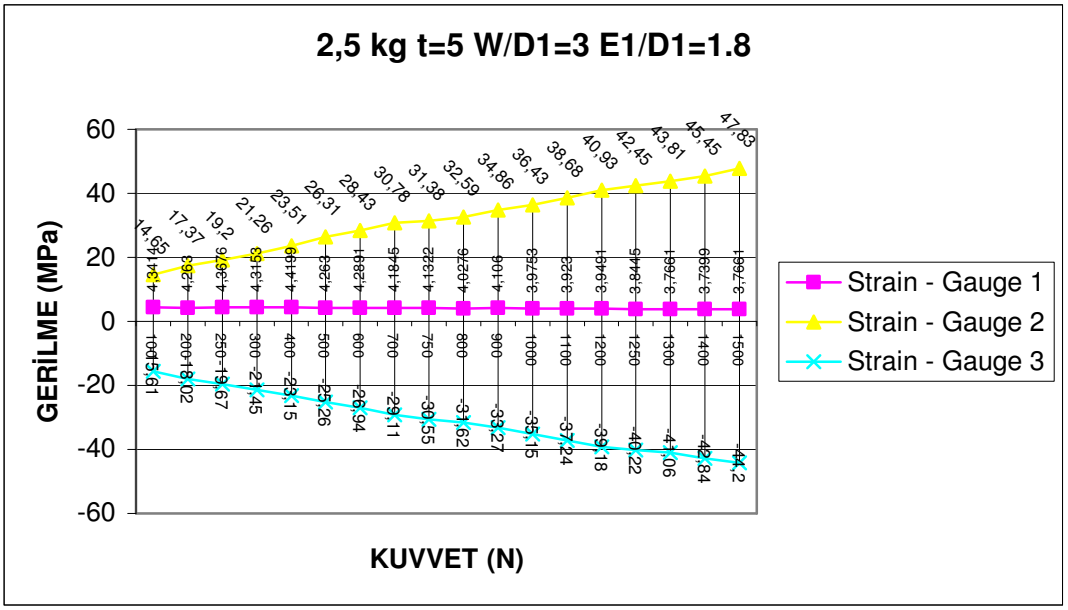
Şekil 7.40 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, 0 – 400 N arasında 4 MPa civarında, 500 – 700 N arasında 2,8 MPa civarında ve 700 – 1500 N arasında ise 1,7 MPa civarında olduğu görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 0 – 500 N arasında 3,5 MPa civarında olduğu ve 500 N' dan sonra ise artışın 1,7 MPa olduğu görülmektedir.



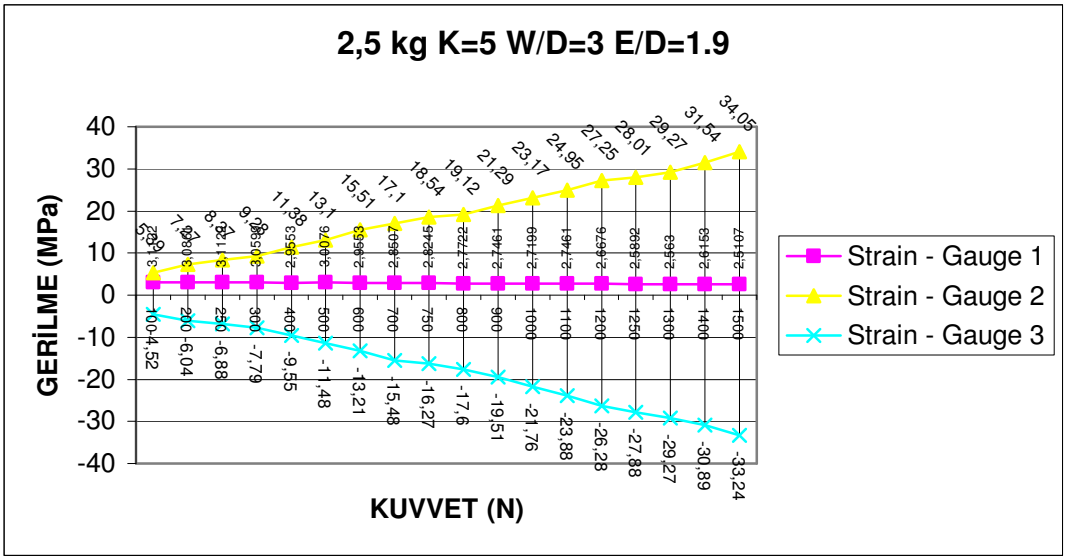
Şekil 7.41 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.41' deki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, düzenli bir şekilde 2 MPa civarında olduğu görülmektedir. Bundan dolayı gerilmenin de doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 1,7 MPa civarında olduğu görülmektedir. Strain - gauge 2' de olduğu gibi burada da, gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir.



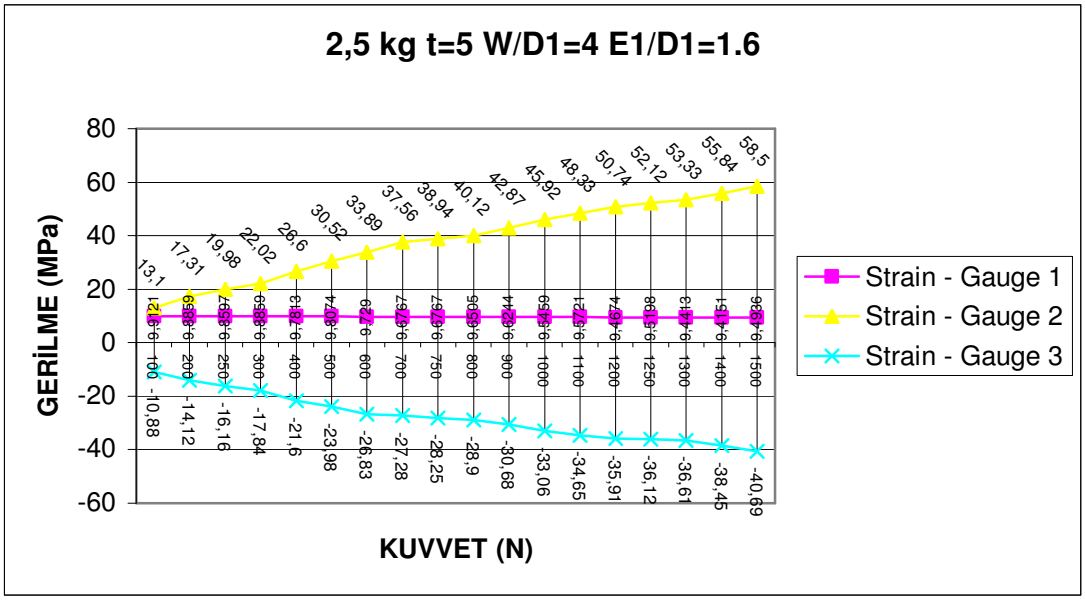
Şekil 7.42 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.42' deki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, 1,6 – 2,6 MPa arasında değiştiği ve gerilmenin de doğrusal bir şekilde arttığı görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 1,9 MPa civarında olduğu ve gerilmenin de doğrusal bir şekilde arttığı görülmektedir.



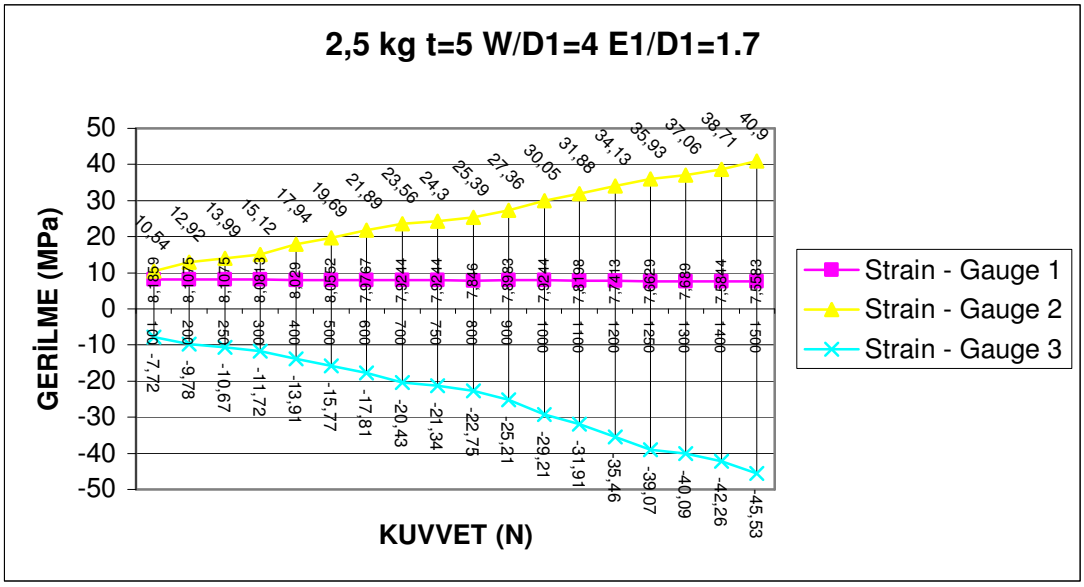
Şekil 7.43 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.43' teki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, 1,8 MPa civarında (±0,2 MPa) değiştiği ve gerilmenin de doğrusal bir şekilde arttığı görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 2 MPa civarında olduğu ve gerilmenin de doğrusal bir şekilde arttığı görülmektedir.



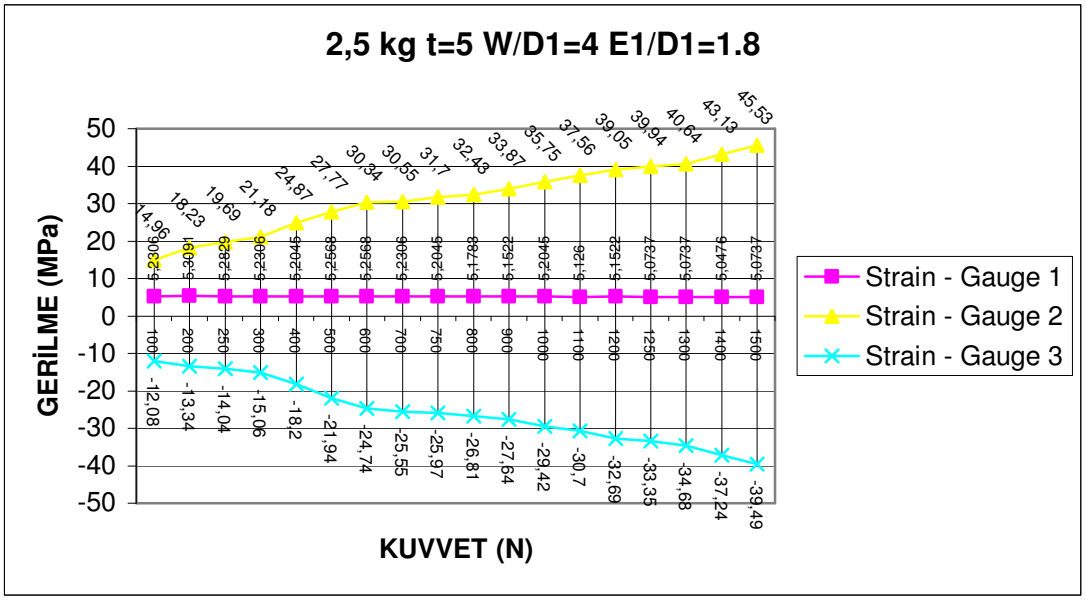
Şekil 7.44 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, 0 – 700 N arasında 3,3 – 4,7 MPa arasında ve 700 N' dan sonra ise 2,5 MPa civarında (± 0,2 MPa) değiştiği görülmektedir. Bundan dolayı 700 N' dan sonrası için gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 0 – 600 N arasında 3 MPa civarında olduğu, 600 – 700 N ve 1200 – 1300 N arasında hemen hemen hiç değişmediği ve 1200 – 1300 N arası hariç 700 N' dan sonra 2 MPa civarında olduğu görülmektedir.



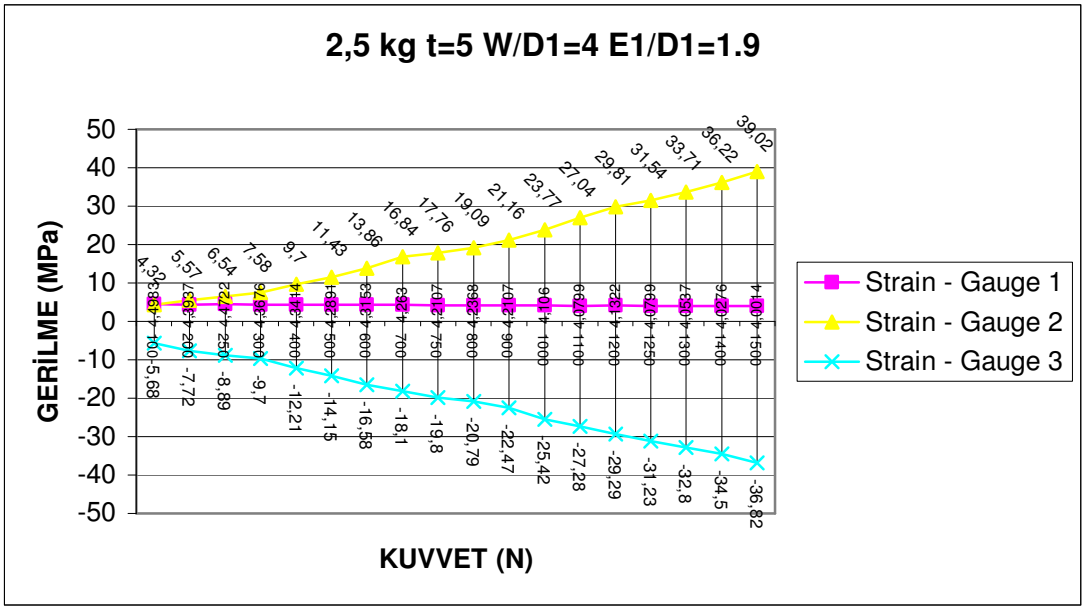
Şekil 7.45 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, 2 MPa civarında olduğu ve sadece 1400 – 1500 N arasındaki artışın 1,3 MPa gibi az bir değer olduğu görülmektedir. Yine de gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 0 – 900 N arasında 2,3 MPa civarında olduğu, 900 – 1500 N arasında ise 3,3 MPa civarında olduğu görülmektedir. Burada göze çarpan en büyük fark ise 900 – 1000 N arasındaki artışın 4 MPa olmasıdır.



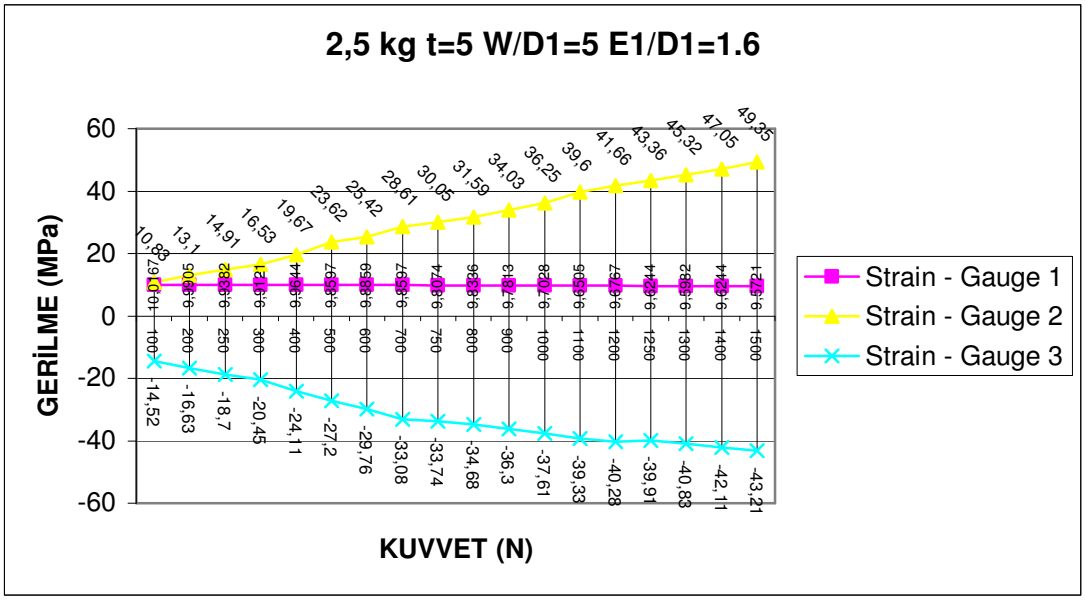
Şekil 7.46 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.46' daki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, 0 – 600 N arasında 3 MPa civarında olduğu, 600 – 700 N arasında hemen hemen hiç artışın olmadığı ve 700 – 1500 N arasında ise 2 MPa civarında olduğu görülmektedir. Strain - gauge 3' te ise, artışın 600 – 700 N ve 800 – 900 N arası hariç (0,8 MPa) genelde düzenli ve birbirine yakın olduğu görülmektedir.



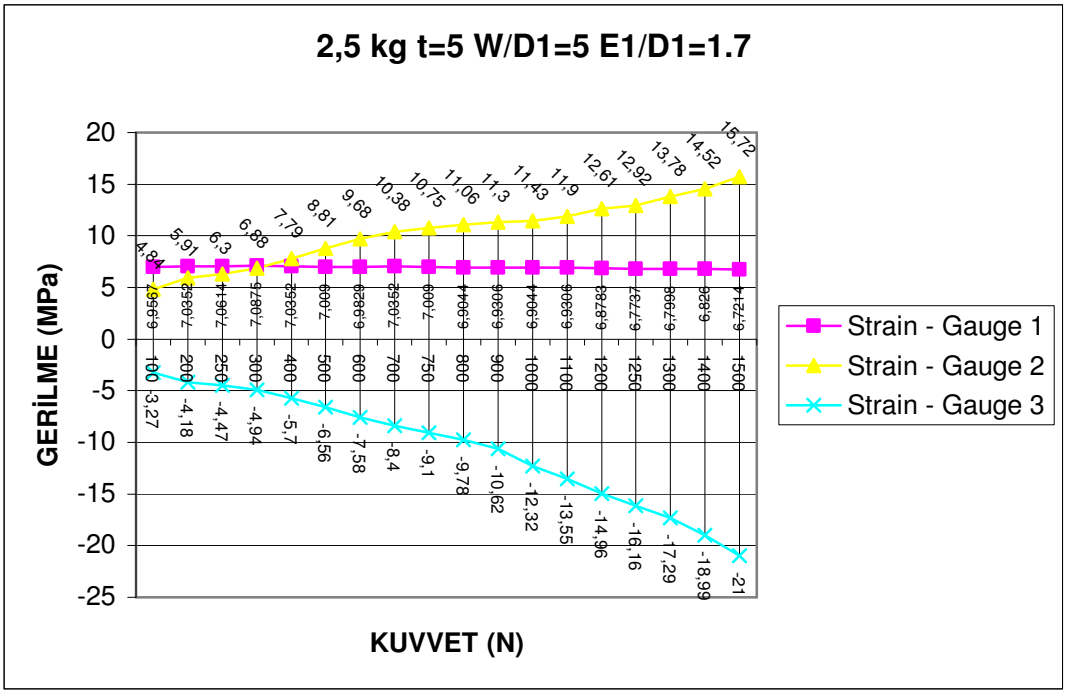
Şekil 7.47 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Şekil 7.47' deki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, 2,5 MPa civarında olduğu görülmektedir ve gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, Strain - gauge 2' de olduğu gibi artışın düzenli bir şekilde 2,5 MPa civarında olduğu görülmektedir ve gerilmenin de doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir.



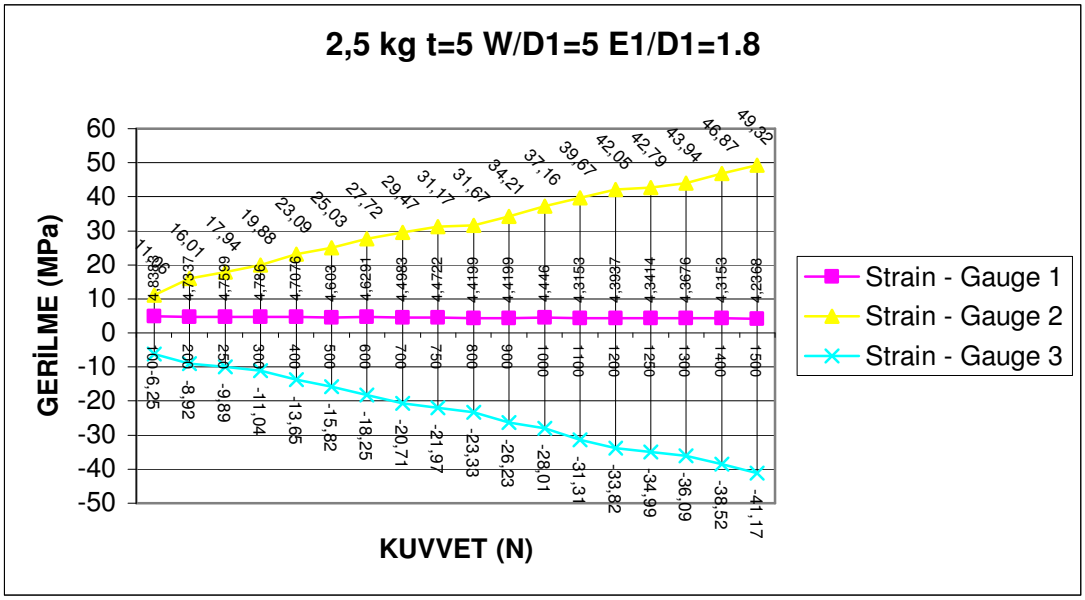
Şekil 7.48 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, genelde 2 - 3 MPa arasında olduğu, fakat sadece 400 – 500 N arasındakinin 4 MPa olduğu görülmektedir. Ama yinede gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, 0 – 700 N arasında artışın 3 MPa civarında ve 1200 – 1300 N arası hariç (0,6 MPa artış) 700 – 1500 N arasında artışın 1,3 MPa olduğu görülmektedir.



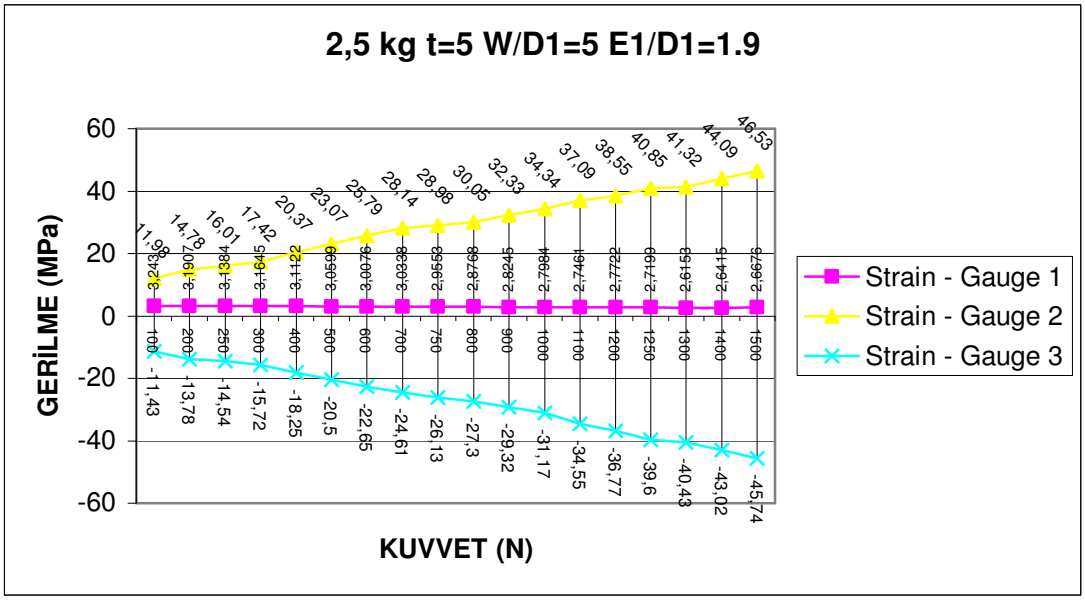
Şekil 7.49 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, genelde 1 MPa civarında olduğu, fakat sadece 900 – 1000 N arasındakinin 0,13 MPa olduğu görülmektedir. Ama yinede gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, genelde artışın 1,3 MPa civarında ve 1200 – 1300 N arasında ise 2,3 MPa olduğu görülmektedir. Buna rağmen gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir.



Şekil 7.50 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin çok az değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, genelde 2,5 MPa civarında olduğu, sadece 0 – 100 N arasındakinin 5 MPa olduğu görülmektedir. Bundan dolayı gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, genelde artışın 2,7 MPa civarında olduğu görülmektedir. Bundan dolayı gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir.

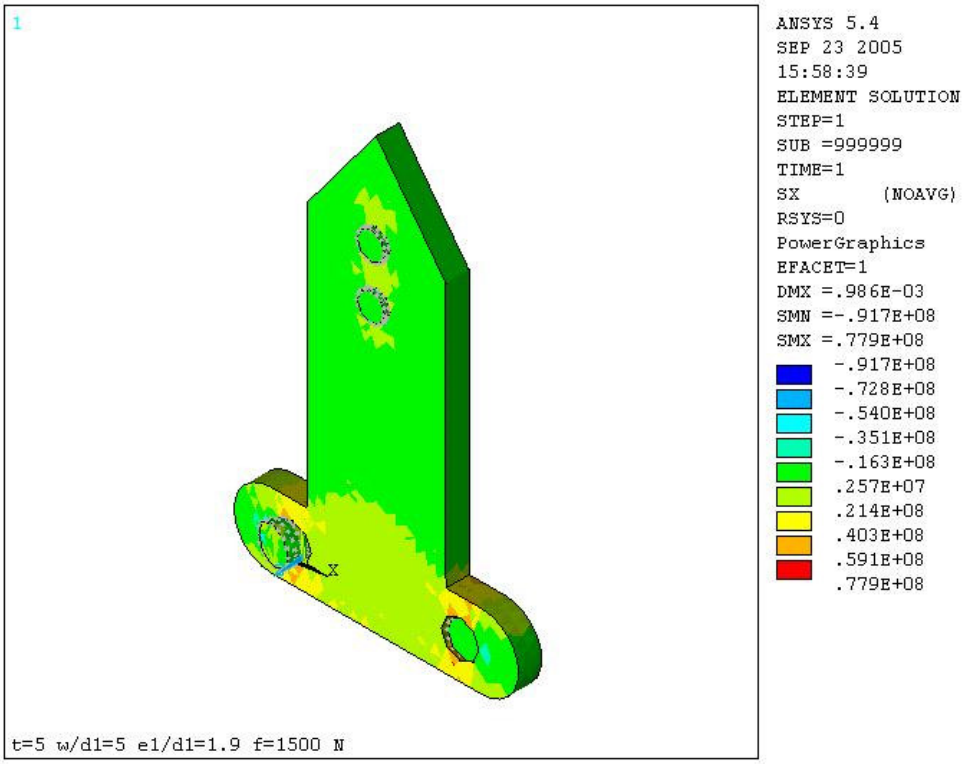


Şekil 7.51 Kuvvet – gerilme (x – yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafiğin başlığında yazılı olan numunenin deney sonuçlarına bakıldığında, strain - gauge 1' de kuvvetin artmasıyla gerilmenin az da olsa değiştiği görülmektedir. Strain - gauge 2' de ise, her 100 N' daki artışın, genelde 2,7 MPa (± 0,2 MPa) civarında olduğu, sadece 1100 – 1200 N arasındakinin 1,5 MPa olduğu görülmektedir. Buna rağmen gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir. Strain - gauge 3' te ise, genelde artışın 2,7 MPa civarında olduğu görülmektedir. Bundan dolayı gerilmenin doğrusal bir şekilde arttığı söylenebilir.

7.2 Analiz Sonuçları

Her parça için nümerik analizler, ANSYS programında ve 250, 500, 750, 1000, 1250 ve 1500 N kuvvetlerinde yapılmıştır. ANSYS programının plot results bölümünde, sonuçlar ekranda renklere bağlı olarak belli aralıklarla belirtilmektedir.(Şekil 7.52) Şekil 7.52' deki değerlerin birimleri Pascal' dır. Bu bölümde her kuvvet değeri için hem aralıklar hem de strain – gaugelerin parça üzerinde bulundukları yerlerdeki nodların query results yardımıyla gerilme değerleri verilmiştir.



Şekil 7.52 Nümerik analiz sonuçları görüntüsü

5 kg t=4 W/D$_1$=3 E$_1$/D$_1$=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 3,1 – 16 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,544 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 9,97 – 24 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,5444 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -1,61 – 14,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,5446 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -4,13 – 16,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,5444 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -7,44 – 25,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,5446 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -4,57 – 23,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,5447 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 3,1 – 28,9 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 20 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 9,97 – 24 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 24,6 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 14,7 – 31 MPa arasında ve

buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 30,4 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 16,5 – 37,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 36,9 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 25,4 – 58,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 45,4 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 23,9 – 80,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 56,8 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -22,7 – 3,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,7 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -32,1 – -4,05 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -21,5 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -34,2 - -1,61 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -26,1 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -45,4 – -4,13 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -32,83 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -73,1 – -7,44 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -42,08 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -90 – -4,57 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -67,5 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D$_1$=3 E$_1$/D$_1$=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 3,76 – 16,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,8809 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 3,87 – 16,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,8824 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 3,3 – 18,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,8807 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 4,9 – 23,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,8812 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 5,26 – 27,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,8815 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 1,34 – 27,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,8821 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 3,76 – 29,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 19,65 MPa, 500 N' da

gerilme aralığı 3,87 – 29,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 14,5 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 18,6 – 34 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,3 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 23,3 – 41,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 35,9 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 27,4 – 49,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 42,4 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 27,9 – 54,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 42,6 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -21,9 – -9,09 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13,21 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -21,9 – -9,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -19,8 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -27,4 - -12 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -22,6 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -35 – -13,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -34,1 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -44,2 – -16,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -42,4 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -57,5 – -25,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -54,53 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D$_1$=3 E$_1$/D$_1$=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 5,76 – 19,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,9467 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -2,29 – 12,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,9471 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 4,85 – 20,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,94733 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 5,26 – 26,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,94754 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -4,39 – 21,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,94788 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 5,01 – 34,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,94771 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 5,76 – 19,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 13,13 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 12,1 – 26,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 25,28 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 20,6 – 36,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 31,06 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 26,2 – 45,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 38,15 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 21,2 – 46,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 45 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 34,6 – 60,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 53,75 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -20,9 – 5,76 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,11 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -16,7 – -2,29 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,9 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -26,7 – 4,85 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,4 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -30,4 – 7,32 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -27 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -32 – -4,39 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -31,21 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -43,2 – -17,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -35,6 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D_1=3 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 4,49 – 18,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4901 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -3,29 – 10,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,49 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -0,15 – 16,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,49 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -5,13 – 15,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4901 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 1,42 – 24,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4901 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı

3,35 – 30,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4901 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 5,49 – 18,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,36 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,7 – 24,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 16 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 16,4 – 33 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 21,25 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 15,6 – 36,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 26,82 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 24,9 – 48,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 33,17 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 30,4 – 57,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 38,53 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -20,8 – 5,49 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,48 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -20,3 – -3,29 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -19,06 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -33,4 – -0,15 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -23 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -46,5 – -25,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -37,31 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -45,6 – 1,42 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -29,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -50,7 – 3,35 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -38,2 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D$_1$=4 E$_1$/D$_1$=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 2,21 – 14,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,3778 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 8,27 – 21,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,3776 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -3,06 – 12,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,377 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -1,9 – 19,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,3771 MPa,

1250 N' da gerilme aralığı -9,07 – 15,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,3765 MPa, 1500 N' da gerilme aralığı 3,8 – 28,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,3767 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 14,8 – 27,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 18,7 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 8,27 – 35,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 24 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 12,5 – 43,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,5 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 19,7 – 37,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 36,5 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 15,6 – 65 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 43,9 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 28,8 – 53,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 54 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -23 – 2,21 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,03 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -18,9 – 8,27 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,82 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -34,2 – -3,06 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -19,4 MPa ve 1000 N' da gerilme aralığı -33,7 – -1,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -26,76 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -58,4 – -9,07 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -29,55 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -71,1 – -21,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -46,2 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D$_1$=4 E$_1$/D$_1$=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 2,5 – 15,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,854 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -4,88 – 8,82 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8536 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -3,11 – 12,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir

nodun değeri de 7,853 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -7 – 13,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8515 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -3,55 – 19,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8508 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 3,53 – 29,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,849 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 2,5 – 15,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 12,5 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 8,82 – 22,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,4 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 29 – 45,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 31,7 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 33,8 – 54,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 39,3 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 41,7 – 64,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 45,2 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 29,1 – 54,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 49,7 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -22,8 – -10,1 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11,22 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -18,6 – -4,88 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,16 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,2 – -3,11 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -18,66 MPa ve 1000 N' da gerilme aralığı -27,4 – -7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,5 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -48,8 – -3,55 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -29,6 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -47,6 – -3,53 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -32,7 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D_1=4 E_1/D_1=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 4,49 – 17,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,1149 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -2,41 – 11,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,1126 MPa, 750 N' da

gerilme aralığı 4,2 – 19,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,1101 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -5,99 – 24,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,1087 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -6,86 – 18,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,1079 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -16,9 – 8,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,1063 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 4,49 – 30,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,2 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 11,8 – 40,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 27,9 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 19,7 – 50,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 34,3 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 24,6 – 61,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 18,2 – 68,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 50,7 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 34,3 – 85,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 62,2 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -21,5 – 4,49 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -18,27 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -30,8 – -2,41 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -25,47 MPa, 750 N' da gerilme aralığı –42,4 – -26,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -30,32 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -49,8 – -12,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -44,1 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -57 – -6,86 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -46,05 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -68,1 – -16,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -48,5 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D_1=4 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 4,37 – 17,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,236 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -3,44 – 10,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,226 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -1,72 – 14,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,22 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -0,85 – 18,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,189 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -7,63 – 12,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,176 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 5 – 30,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,165 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 4,37 – 30,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,1 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,5 – 38,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 21,15 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 14,6 – 30,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 27,7 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 18,9 – 38,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 34 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 33,1 – 53,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44,1 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 30,8 – 56,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 51,5 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -8,58 – -4,37 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,9 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -17,4 – -3,44 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -12,26 MPa, 750 N' da gerilme aralığı –18 – -1,72 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,3 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -20,6 – -0,85 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,8 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -28 – -7,63 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun

değeri de -28,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -46,7 – -28 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -34,2 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D$_1$=5 E$_1$/D$_1$=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 2,34 – 15 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9279 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 7,41 – 29 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9251 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 2,78 – 12,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9219 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 1,55 – 19,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9189 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -11,5 – 12,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9159 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -13,6 – 15,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9127 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 2,34 – 27,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,1 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 7,41 – 34,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 21,1 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 12,9 – 44,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 26,8 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 19,3 – 54,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 34,5 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 12,6 – 60,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 39,9 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 43,7 – 72,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 47,2 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -22,9 – -10,3 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,34 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -19,5 – -6,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -20,8 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -34,1 – -2,78 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -26,1 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -51,6 – -33,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -36,35 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı

-59,9 – -35,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -39,6 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -71 – -42,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -47,5 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D$_1$=5 E$_1$/D$_1$=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 3,34 – 16,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,2 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -5,58 – 7,98 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,1981 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -3,83 – 12 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,1958 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -9,9 – 9,86 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,1937 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -3,84 – 18,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,1912 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -6,34 – 19,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,189 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 3,34 – 28,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 14,1 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 7,98 – 35,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 20 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 12 – 43,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,8 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 9,86 – 49,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 36,8 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 41,2 – 63,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 47,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 45,2 – 71 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 55,2 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -22,2 – 3,34 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,7 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -32,7 – -19,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,03 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -35,6 – -9,84 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -29,34 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -49,4 – -9,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e

yakın yerdeki bir nodun değeri de -38,46 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -71,3 – -48,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -54,15 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -83,7 – -57,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -63,76 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D$_1$=5 E$_1$/D$_1$=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 4,33 – 17,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,1043 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -3,56 – 10,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,1022 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -0,53 – 15,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,1006 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 2,7 – 29 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,098 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -9,04 – 15,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,958 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -4,68 – 22,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,093 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 4,33 – 17,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 14,53 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,4 – 24,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 18,76 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 15,6 – 31,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 23,23 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 20,9 – 37,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,72 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 15,6 – 40,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 34,86 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 22,7 – 50 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 42,6 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -21,6 – -8,63 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -20,65 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -31,5 – -3,56 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,55 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -32,7 – -0,53 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -29,02 MPa,

1000 N' da gerilme aralığı -51,8 – -15,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -50,24 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -58,3 – -9,04 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -51,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -86,7 – -59,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -78,6 MPa' dır.

5 kg t=4 W/D_1=5 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 3,75 – 16,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,068 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -2,91 – 11,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,0653 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -0,5 – 15,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,0627 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 3,5 – 21,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,0599 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -7,83 – 17,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,0573 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 4,99 – 39,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,0545 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 3,75 – 16,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 12,7 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 11,2 – 25,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 24,7 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 15,6 – 31,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 30,1 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 21,6 – 39,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 28,2 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 17,1 – 42 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 30,8 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 4,99 – 39,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 37 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -34,8 – -22 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -23,5 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -31,1 – -2,91 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -31,6 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -48,9 – -32,8 MPa

arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -37,03 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -50,8 – -14,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -41,85 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -57,5 – -7,83 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -56,03 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -97,8 – -63,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -72,22 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=3 E_1/D_1=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 8,79 – 20,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,873 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 0,78 – 12,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,873 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 5,7 – 18,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,872 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -2,23 – 11,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,872 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 1,27 – 16,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,872 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 6,41 – 23,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,873 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 8,79 – 20,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 13,4 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 12,8 – 24,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 18,5 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 18,5 – 31,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,95 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 26 – 40,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,4 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 31,7 – 46,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 35,7 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 40,8 – 58 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 42 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -14,1 – -2,64 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,6 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -23,2 – -11,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın

yerdeki bir nodun değeri de -11,62 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,8 – -7,12 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13,73 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -30,5 – -16,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16,41 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -44,4 – -29,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -41,61 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –45,2 – -28 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -43,4 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=3 E_1/D_1=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 6,27 – 17,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3619 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -0,03 – 11,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,362 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 6,34 – 19,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3619 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -0,9 – 19,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3622 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 1,77 – 17,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3624 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 1,64 – 20,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3623 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 6,27 – 17,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,65 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -0,03 – 11,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 11,11 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 6,34 – 19,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 14,66 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 13,5 – 27,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 23,7 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 17,1 – 32,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 28,1 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 20,4 – 39,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 33,1 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -15,9 – -4,8 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,054 MPa, 500 N' da

gerilme aralığı -11,9 – -0,03 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11,13 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,5 – -6,58 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13,02 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -15,3 – -0,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,3 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -28,9 – -13,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -21,9 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –54,6 – -17,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -25,9 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=3 E_1/D_1=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 2,47 – 9,68 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4241 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -1,18 – 10,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4241 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 1,23 – 9,64 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,424 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -2,93 – 11,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4241 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -3,44 – 12,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4241 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -12,1 – 4,77 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4241 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 5,68 – 16,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 13,8 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,5 – 22,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 16,35 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 18 – 30,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 21,45 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 25 – 39 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 25,87 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 28,1 – 43,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 37,3 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 38,5 – 55,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 39,3 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -16,3 – -5,31 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,4 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -24,5 – -12,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -18,4 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -22,3 – -7,49 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -21,25 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -30,9 – -16,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,1 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -66,6 – -50,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -52,3 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –62,7 – -45,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -53,5 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D$_1$=3 E$_1$/D$_1$=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -3,01 – 8,37 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,789 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -1,46 – 10,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,7889 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 2,61 – 17,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,7889 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -2,74 – 11,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,7888 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -0,93 – 14 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,7889 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –9,85 – 10,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,789 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 8,37 – 19,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 11,5 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,2 – 21,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 15,5 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 17,3 – 29,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 20 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 11,3 – 25,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 23,9 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 14 – 28,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 28,4 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 30,9 – 51,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 33,1 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -14,4 – -3,01 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -7,46 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -13,1 – -1,46 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -20,7 – -8,04 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13,8 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -16,8 – -2,74 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,8 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -30,7 – -15,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -25,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –30,2 – -9,85 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -30,1 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=4 E_1/D_1=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 6,89 – 18 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,337 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 0,11 – 12 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,337 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 6,65 – 19,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3372 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -0,7 – 13,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3373 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 2,56 – 18,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3374 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 7,65 – 25 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3374 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 6,89 – 18 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 14,2 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 12 – 23,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 20,1 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 19,6 – 32,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 26,2 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 28,1 – 42,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 31,7 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 33,7 – 49,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 38,6 MPa ve

1500 N' da gerilme aralığı 42,4 – 59,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 45,7 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -15,4 – -4,28 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -10,4 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -23,7 – -11,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,21 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,3 – -6,34 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,4 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -29,6 – -0,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -19,4 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -28,6 – -13 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -25,4 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –44,6 – -27,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -30,3 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=4 E_1/D_1=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 5,75 – 16,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7966 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -1,66 – 9,94 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7966 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 3,33 – 15,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7964 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -4,87 – 8,72 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7965 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -0,58 – 14,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7965 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 4,01 – 20,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7964 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 5,75 – 16,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 12,8 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 9,94 – 21,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 19,91 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 15,8 – 28,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 25,9 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 22,3 – 35,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın

yerdeki bir nodun değeri de 31,02 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 29,4 – 44,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 37,87 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 37,4 – 54,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı –16,2 – -5,25 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,35 MPa, 500 N' da gerilme aralığı –13,3 – -1,66 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11,9 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -21,5 – -9,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16,5 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -32,1 – -18,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -19,7 MPa ve 1250 N' da gerilme aralığı -45,5 – -30,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -36,01 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –46,1 – -29,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -43,26 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=4 E_1/D_1=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -3,78 – 7,47 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,2581 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -0,01 – 11,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,2581 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 5,17 – 18,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,2577 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -2,55 – 11,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,258 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 1,57 – 17 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,2581 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -8,72 – 11,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,2581 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 7,47 – 18,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,6 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 11,9 – 23,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,7 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 18,4 – 31,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,2 MPa, 1000 N' da

gerilme aralığı 25,6 – 39,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 35,1 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 32,4 – 47,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 42,7 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 32,5 – 53,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 50,7 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı –15 – -3,78 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -9,63 MPa, 500 N' da gerilme aralığı –23,8 – -11,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13,22 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -20 – -7,23 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,15 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -30,7 – -16,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,65 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -29,2 – -13,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -26,8 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –49,9 – -29,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -31,3 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=4 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -3,91 – 7,31 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,8062 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -1,3 – 10,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,8062 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 4,77 – 17,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,8057 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -4,19 – 9,53 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,8059 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 1,18 – 15,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,806 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -5,85 – 13,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,8068 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 7,31 – 18,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,99 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,4 – 22 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 13,77 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 17,4 – 30,1 MPa arasında

ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 20,2 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 23,3 – 37 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 24,3 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 15,8 – 30,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,1 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 32,2 – 51,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44,7 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı –15,1 – -3,91 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -7,53 MPa, 500 N' da gerilme aralığı –13 – -1,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -9,9 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -20,6 – -7,91 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16,84 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -31,6 – -17,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -19,5 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -28 – -13,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -22,6 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –43,9 – -24,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -26 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=5 E_1/D_1=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 6,81 – 18 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,939 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -0,17 – 11,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,9366 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 6,09 – 19 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,9338 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -1,75 – 12,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,9316 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 2,51 – 17,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,93 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 7,33 – 24,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,9288 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 6,81 – 18 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 12,7 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 11,7 – 23,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki

bir nodun değeri de 13,81 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 6,09 – 19 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,7 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 26,7 – 40,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 27,4 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 32,7 – 47,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 33,6 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 24,7 – 42,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 39,4 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı –15,5 – -4,35 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,92 MPa, 500 N' da gerilme aralığı –23,9 – -12 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -12 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,7 – -6,81 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -30,2 – -16 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,9 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -27,7 – -12,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -26 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –44,8 – -27,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -33 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=5 E_1/D_1=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -2,86 – 8,54 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9729 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 1,23 – 13,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9707 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 6,11 – 19 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9682 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -2,61 – 11,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,966 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 3,42 – 19,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9641 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -6,52 – 14,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9618 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 8,54 – 19,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 12,9 MPa, 500 N' da

gerilme aralığı 13,3 – 25,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,52 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 19 – 31,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,46 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 25,5 – 39,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 26,7 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 19,3 – 35,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,4 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 14,6 – 35,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 34,2 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı –14,3 – -2,86 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13,72 MPa, 500 N' da gerilme aralığı –22,9 – -10,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -18,2 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -32,6 – -19,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -21,1 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -30,7 – -16,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,54 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -60,3 – -44,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -45,07 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –69,8 – -48,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -54,1 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=5 E_1/D_1=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -5,01 – 6,04 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4736 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -0,3 – 11,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4709 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -6,33 – 6,67 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,47 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -2,08 – 12,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4685 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -0,5 – 15,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4672 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 1,55 – 20,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4654 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 6,04 – 17,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 12,3 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 11,5 – 23,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 19,34 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 19,7 – 32,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 23 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 26,2 – 40,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 27,6 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 32,2 – 48,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 33,1 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 39 – 57,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 39,4 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı –16,1 – -5,01 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,8 MPa, 500 N' da gerilme aralığı –12,1 – -0,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11,92 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,3 – -6,33 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,7 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -16,2 – -2,08 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16 MPa , 1250 N' da gerilme aralığı -33,3 – -16,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -25 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –35,9 – -17,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -32,8 MPa' dır.

5 kg t=5 W/D_1=5 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -4,26 – 6,91 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,745 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 0,7 – 12,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,7421 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -5,23 – 7,98 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,7387 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -0,6 – 13,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,7362 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 3,29 – 19,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,7339 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 2,74 – 21,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,7316 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 6,81 – 14 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 13,9 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 12,1 – 19,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 19,3 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 18,2 – 26,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 24,9 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 19,6 – 30,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,9 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 24,1 – 37,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 36,3 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 27,8 – 44 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 43 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı –15,4 – -4,26 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,67 MPa, 500 N' da gerilme aralığı –23,3 – -11,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11,83 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -18,4 – -5,23 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13,8 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -29,5 – -15,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16,3 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -28,3 – -12,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -21,7 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı –35 – -16,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -27,3 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=3 E_1/D_1=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 0,23 – 6,35 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,625 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 0,1 – 14,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,6236 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -0,52 – 16 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,623 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -0,63 – 19,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,6216 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -5,67 – 22,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,6208 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı

0,98 – 28,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,6198 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 0,23 – 12,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,51 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 14,9 – 29,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,3 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 16 – 32,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 30,6 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 19,1 – 38,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 37 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 27,5 – 60,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 45,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 28,2 – 55,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 56,1 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -12 – -0,23 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -10,54 MPa, 500 N' da gerilme aralığı –14,7 – 0,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,52 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -33,6 – -0,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,88 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -40,2 – -20,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -30,25 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -72 – -38,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -40,74 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -53,4 – -26,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -48,62 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=3 E_1/D_1=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 3,11 – 15,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,5584 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -3,8 – 10,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,5556 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -0,94 – 13,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,5512 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -14,2 – 3,99 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,5485 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -7,33 – 17,7 MPa arasında ve buradaki

strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,5475 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 2,46 – 29,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,5465 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 3,11 – 15,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 11,5 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,1 – 23,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,43 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 13,5 – 27,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 25,01 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 22,2 – 40,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 34,13 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 17,7 – 42,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 40,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 29,3 – 56,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 47,2 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -22,3 – -9,59 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,64 MPa, 500 N' da gerilme aralığı –31,5 – -17,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -20,86 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -29,8 – -0,94 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,34 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -50,6 – -32,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -37,61 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -57,3 – -32,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -38,6 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -77,9 – -51,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -52,6 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=3 E_1/D_1=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -7,61 – 5,63 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,011 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -2,35 – 11,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,0109 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -10,9 – 4,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,0087 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -11,7 – 7,14 MPa

arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,0075 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -4,56 – 21 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,985 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -11,8 – 13,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,961 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 5,63 – 21,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 20,7 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 11,9 – 26,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 25,6 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 20,6 – 36,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 31,33 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 26 – 44,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 38,43 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 21 – 46,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 45,3 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 38,9 – 64,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 53,64 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -20,8 – -7,61 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16,63 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -30,9 – -16,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -23,76 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -27,7 – -10,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -27,6 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -49,4 – -30,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -41,75 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -55,6 – -30,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -42,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -62,5 – -37,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -56,2 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=3 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -7,68 – 5,39 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,355 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -3,31 – 10,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,3545 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -0,33 – 16,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki

bir nodun değeri de 1,3536 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -5,31 – 15,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,3526 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 0,97 – 24,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,3514 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -0,58 – 26,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 1,3505 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 5,39 – 18,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,76 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,6 – 25,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 25,71 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 32,8 – 49,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 34,44 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 36 – 56,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 42,9 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 48,2 – 71,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 51,37 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 53,2 – 80,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 59,53 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -20,8 – -7,68 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,46 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -31,2 – -17,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -19,9 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -33,4 – -0,33 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -22,96 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -26 – -5,31 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -26,29 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -46,2 – 0,97 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -29,1 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -54,5 – -0,58 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -37,5 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=4 E_1/D_1=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 1,97 – 14,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9676 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 7,98 – 21,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9668 MPa, 750 N' da

gerilme aralığı -1,85 – 14 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9658 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -1,4 – 19,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9659 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -8,56 – 16,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9654 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 5,42 – 30,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9653 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 14,5 – 27 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 18,9 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 21,5 – 35 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 24,2 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 14 – 29,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,7 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 36,8 – 54,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 38,2 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 41 – 65,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 30,7 – 56 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 54,2 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -23,1 – 1,97 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,16 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -32,6 – -19 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,4 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -33,5 – -1,85 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -29,06 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -51,7 – -34 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -43,3 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -58,1 – -33,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -44,32 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -70,5 – -45,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -49,4 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=4 E_1/D_1=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 2,24 – 14,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8652 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -5,09 – 8,51 MPa arasında ve

buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8655 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -2,54 – 13,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8651 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -7,49 – 12,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8649 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -0,67 – 22,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8641 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 5,24 – 31,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8635 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 2,24 – 14,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,2 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 8,51 – 22,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 12,92 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 13,6 – 29,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 18,8 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 12,8 – 33,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 24,15 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 22,5 – 45,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,2 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 31,1 – 57 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 36,42 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -22,9 – -10,3 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11,23 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -18,7 – -5,09 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,17 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -18,7 – -2,54 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -18,7 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -27,8 – -7,49 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,5 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -47,1 – -23,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -37,2 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -46,6 – -20,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -32,7 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=4 E_1/D_1=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 4,09 – 17 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,2281 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -2,65 – 11,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,2281 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 5,26 – 20,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,2274 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 5,26 – 24 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,2279 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -5,53 – 19,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,22879 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -6,1 – 9,76 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,2273 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 4,09 – 29,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,4 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 11,5 – 39,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 28 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 20,9 – 36,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 34,5 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 42,5 – 61 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44,2 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 45,2 – 70,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 50,9 MPa, 1500 N' da gerilme aralığı 61,4 – 87,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 62,4 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -21,7 – -8,78 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -18,24 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -30,9 – -16,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -25,9 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -41,8 – -26,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -30,3 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -31,5 – -13 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -27,85 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -56,2 – -30,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun

değeri de -46,02 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -67,7 – -41,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -48,45 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=4 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -8,77 – 4,09 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2581 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -3,67 – 10,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2547 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -1,14 – 15,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2511 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -0,97 – 18,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2487 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -10,7 – 8,95 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2468 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -19,4 – 6,75 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2457 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 4,09 – 29,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,72 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,2 – 38 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,3 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 15,3 – 48,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,1 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 18,8 – 58,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 36,5 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 28,6 – 67,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 46,6 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 32,9 – 85,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 51,7 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -21,6 – -8,77 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -31,4 – -17,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,8 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -22,3 – -11,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -22,1 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -40,4 – -20,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -26 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı

-49,9 – -10,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -46,9 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -45,6 – -19,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -43,7 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=5 E_1/D_1=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 2,21 – 14,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9422 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 7,01 – 20,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9394 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -2,97 – 12,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9359 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 1,36 – 19 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9332 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -11,7 – 12,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,93 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -13,8 – 14,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 8,9271 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 14,8 – 27,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,2 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 7,01 – 33,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 26,4 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 12,6 – 43,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 34 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 36,7 – 54,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44,5 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 36,5 – 60,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 50,9 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 43,5 – 72,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 60,2 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -22,9 – -10,3 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,33 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -33 – -19,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -20,77 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -34,2 – -18,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -26,07 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -34 – -16,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e

yakın yerdeki bir nodun değeri de -29,6 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -60 – -35,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -39,6 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -42,5 – -13,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -37,44 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=5 E_1/D_1=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 3,25 – 16 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,2137 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -5,61 – 7,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,2114 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -3,98 – 11,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,209 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -10 – 9,68 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,207 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -3,99 – 18,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,2045 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -6,49 – 19,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 6,2023 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 3,25 – 28,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 18,7 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 7,9 – 34,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 23,7 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 11,9 – 43,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,9 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 9,68 – 49,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 36,9 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 40,9 – 63,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 47,6 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 45 – 70,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 52,3 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -22,2 – -9,84 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,7 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -32,6 – -19,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24,05 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -35,7 – -19,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -25,74 MPa,

1000 N' da gerilme aralığı -49,5 – -29,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -34,22 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı –48,9 – -26,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -30,1 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -58 – -32,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -37,6 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=5 E_1/D_1=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 4,24 – 17,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,0961 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -3,72 – 10,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,0939 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -0,7 – 15,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,0927 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 2,54 – 20,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,0892 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -9,19 – 15,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,0873 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -4,84 – 22,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,085 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 4,24 – 17,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,76 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,2 – 24 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 18,92 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 15,4 – 31,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 23,43 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 20,7 – 38,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,92 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 15,4 – 40 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 35,05 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 22,5 – 49,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 42,85 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -21,6 – -8,66 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,91 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -31,5 – -3,72 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -25,02 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -48,9 – -32,8 MPa

arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -34 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -51,9 – -33,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -42,5 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı –58,4 – -33,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -51,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -86,8 – -59,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -78,56 MPa' dır.

2,5 kg t=4 W/D_1=5 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -9,17 – 3,62 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,9976 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -2,97 – 11,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,9948 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -0,69 – 15,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,9922 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -14,7 – 3,32 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,9896 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -24,5 – 4,74 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,9869 MPa, 1500 N' da gerilme aralığı -4,84 – 22,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 2,9839 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 16,4 – 29,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 19,6 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 11,1 – 39,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 24,9 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 15,4 – 31,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 30,2 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 21,4 – 39,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 38,8 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 41,8 – 66,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44,6 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 38,9 – 73,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 53,4 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -22 – -9,17 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,7 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -31 – -2,97 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki

bir nodun değeri de -23,93 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -32,9 – -0,69 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -28,2 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -50,9 – -32,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -41,85 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -57,8 – -32,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -56,04 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -97,9 – -63,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -72,1 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=3 E_1/D_1=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 6,72 – 16,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8636 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 3,17 – 14 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8641 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 2,36 – 16,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8641 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -3,12 – 12,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8641 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -2,72 – 17 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8641 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -15,3 – 7,91 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,8642 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 6,72 – 16,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 13,82 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 14 – 24,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 19,9 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 16,7 – 31 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 27,5 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 28,5 – 44,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 35,7 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 36,8 – 56,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44,1 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 31,1 – 54,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 52,3 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -22,1 – -12,5 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -17,85 MPa, 500 N' da

gerilme aralığı -29,3 – -18,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -27,9 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -40,6 – -26,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -38,4 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -50,6 – -34,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -37,55 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -42,2 – -22,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -39,82 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -61,7 – -38,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -46,3 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=3 E_1/D_1=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -4,85 – 6,17 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,0141 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 0,2 – 12,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,0143 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -6,34 – 6,58 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,0144 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -0,8 – 13,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,0147 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 1,93 – 17,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,015 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 0,53 – 19,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,0148 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 6,17 – 17,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,52 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 0,2 – 12,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 11,25 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 6,58 – 19,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 14,8 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 13,6 – 28 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 18,03 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 17,3 – 32,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,4 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 19,1 – 37,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 26,52 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -15,9 – -4,85 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -6,33 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -11,6 – 0,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -9,13 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,3 – -6,34 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -10,62 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -15,2 – -0,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -12,65 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -28,8 – -13,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -21,9 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -36,5 – -18 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -25,9 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=3 E_1/D_1=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 4,53 – 16,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4284 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -1,15 – 10,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4284 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 4,27 – 18 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4283 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -3 – 11 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4284 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -3,52 – 12,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4285 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 4,15 – 21,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4285 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 4,53 – 16,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,2 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,5 – 22,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 19,7 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 18 – 30,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 25,5 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 24,9 – 38,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 30,8 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 28 – 43,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 37,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 38,4 – 55,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44,9 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -16,3 – -5,4 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,4 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -24,4 – -12,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -18,4 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -21,2 – -7,44 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -21,24 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -30,9 – -17 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -24 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -50,8 – -35 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -44,71 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -62,7 – -45,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -53,5 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=3 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -3,08 – 8,25 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2847 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -1,21 – 10,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2847 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -7,8 – 4,85 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2846 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -2,61 – 11,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2847 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -0,8 – 14,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2847 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -9,73 – 10,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,2847 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 8,25 – 19,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,18 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,4 – 22,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 13,65 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 17,5 – 30,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,63 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 11,4 – 25,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 20,83 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 14,1 – 29 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri

de 24,64 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 10,7 – 31 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,1 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -14,4 – -3,08 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -7,08 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -12,8 – -1,21 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -10,75 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -20,4 – -7,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -12,33 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -30,7 – -16,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16,9 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -45,5 – -30,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -34,4 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -50,5 – -30,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -41,8 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=4 E_1/D_1=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 6,86 – 18 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3263 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 0,35 – 12,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3262 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 6,88 – 19,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3261 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -0,58 – 13,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3261 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 2,47 – 18 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3262 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 7,78 – 25,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,3261 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 6,86 – 18 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 14,33 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 12,2 – 24,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 20,2 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 19,9 – 32,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 26,3 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 28,3 – 42,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 31,8 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 33,6 – 49,2 MPa arasında

ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 38,7 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 42,6 – 60,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 45,8 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -15,4 – -4,26 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -10,36 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -23,4 – -11,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,21 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,1 – -6,09 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16,4 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -29,5 – -15 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -19,33 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -44,2 – -28,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -41,33 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -61,9 – -44,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -49,45 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=4 E_1/D_1=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 5,45 – 16,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7946 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -1,95 – 9,56 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7946 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 3,34 – 15,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7944 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -4,82 – 8,79 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7946 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -0,65 – 14,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7945 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 3,94 – 20,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,7944 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 5,45 – 16,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 14,65 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 9,56 – 21,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 20,14 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 15,7 – 28,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 26,11 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 22,4 – 36 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e

yakın yerdeki bir nodun değeri de 31,24 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 29,3 – 44,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 38,1 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 37,3 – 54 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44,22 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -16,4 – -5,47 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,36 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -13,5 – -1,95 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11,03 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -21,4 – -9,05 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14,78 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -32 – -18,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -31,24 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -45,5 – -30,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -38,1 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -46,1 – -29,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -43,5 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=4 E_1/D_1=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -4,75 – 6,29 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,2774 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -06 – 11,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,2774 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 5,2 – 18,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,277 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -2,44 – 11,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,2773 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 1,52 – 16,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,2774 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -8,78 – 11,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 5,2775 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 6,29 – 17,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 16,4 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 11,1 – 22,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,8 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 18,4 – 31,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 29,3 MPa, 1000 N' da

gerilme aralığı 25,7 – 39,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 35,2 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 32,3 – 47,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 42,8 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 32,4 – 53 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 50,8 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -15,8 – -4,75 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -9,64 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -24,1 – -12,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13,25 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,9 – -7,17 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,15 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -16,5 – -2,44 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,65 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -44,6 – -29,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -41 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -50 – -29,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -48,7 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=4 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -3,85 – 7,34 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,7306 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -1,31 – 10,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,7306 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 4,77 – 17,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,7306 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -4,26 – 9,44 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,7307 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 1,1 – 15,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,7306 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -6,32 – 12,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,7305 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 7,34 – 18,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 10,16 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 10,3 – 21,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki

bir nodun değeri de 13,5 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 17,4 – 30 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,93 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 9,44 – 23,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,48 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 30,2 – 44,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 38,83 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 31,5 – 50 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 44,94 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -15 – -3,85 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -7,52 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -12,9 – -1,31 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -9,7 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -20,5 – -7,86 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -12,01 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -18 – -4,26 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -15,75 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -42,6 – -28 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -37,3 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -44,1 – -25,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -43,62 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=5 E_1/D_1=1,6 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 5,87 – 16,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,9035 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 0,03 – 11,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,901 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 6,29 – 19,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,8982 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -1,66 – 12,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,896 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -1,37 – 10,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,8938 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 5,54 – 22,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 9,8927 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 5,87 – 16,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 12,8 MPa, 500 N' da

gerilme aralığı 11,9 – 23,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,7 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 19,2 – 32,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 23 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 26,8 – 41 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 27,5 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 30,7 – 45,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 33,7 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 22,6 – 39,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 39,5 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -16,1 – -5,12 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,94 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -23,7 – -11,8 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11,96 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,5 – -6,59 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13,86 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -30,1 – -15,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -43,4 – -28,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -40,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -62,5 – -45,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -48,44 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=5 E_1/D_1=1,7 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı 7,49 – 18,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9647 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 1,05 – 13,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9624 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 5,6 – 18,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9599 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -3,03 – 10,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9578 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 1,91 – 17,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9555 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -6,84 – 14,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,9537 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 7,49 – 18,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 7,84 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 1,05 – 13,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 11,27 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 5,6 – 18,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 14,8 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 10,9 – 24,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,8 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 17,5 – 33,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 22,5 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 14,2 – 35,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 26,4 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -14,9 – -3,72 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -5,33 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -11 – 1,05 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -6,8 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,9 – -7,16 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -9,45 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -17 – -3,03 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -10,96 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -29,3 – -13,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16,1 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -27,9 – -6,04 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -25,9 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=5 E_1/D_1=1,8 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -4,92 – 6,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4605 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -0,4 – 11,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4588 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -6,35 – 6,58 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4569 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -2,23 – 11,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4554 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -0,69 – 15,7 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,454 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 1,39 – 20,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 4,4523 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 6,1 – 17,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 12,45 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 11,4 – 23,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 17,8 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 19,5 – 32,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 23,1 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 26 – 40,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 27,7 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 32 – 48,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 33,2 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 38,7 – 57,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 39,6 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -15,9 – -4,92 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,78 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -12,2 – -0,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11,92 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -19,3 – -6,35 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -13,72 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -16,4 – -2,23 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -49,7 – -33,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -40,58 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -54,6 – -36 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -52 MPa' dır.

2,5 kg t=5 W/D_1=5 E_1/D_1=1,9 için *strain - gauge 1' de;* 250 N' da gerilme aralığı -5,34 – 5,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,8315 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 0,6 – 12,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,829 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -5,27 – 7,88 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,8254 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -0,8 – 13,6 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,8229 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -3,12 – 18,9 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,8199 MPa ve 1500 N' da

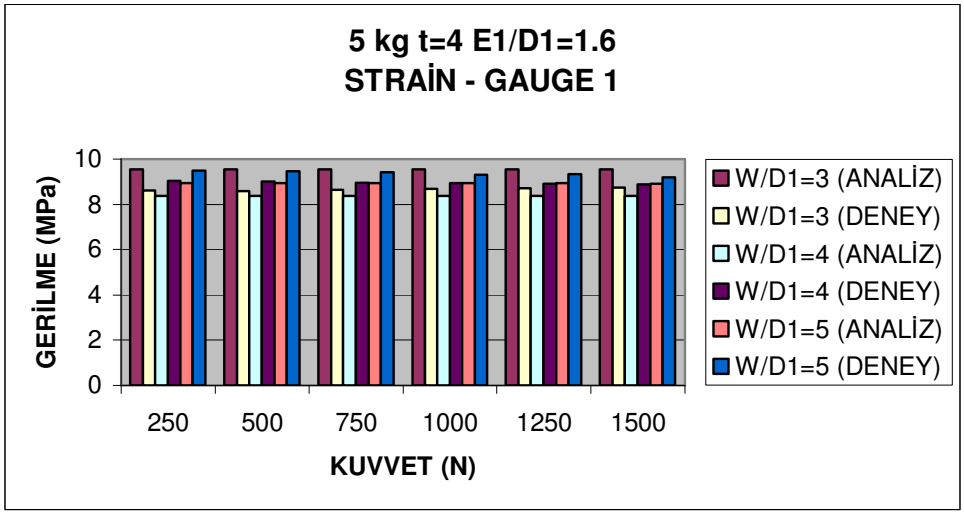
gerilme aralığı 2,57 – 21,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 3,8179 MPa' dır.

Strain - gauge 2' de; 250 N' da gerilme aralığı 5,6 – 16,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 14 MPa, 500 N' da gerilme aralığı 12,5 – 24,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 19,4 MPa, 750 N' da gerilme aralığı 21 – 34,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 25 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı 28,1 – 42,5 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 31 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı 34,6 – 50,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 36,4 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı 40,3 – 59,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de 43,1 MPa' dır.

Strain - gauge 3' te ise; 250 N' da gerilme aralığı -16,3 – -5,34 MPa arsında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -8,64 MPa, 500 N' da gerilme aralığı -23,3 – -11,3 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -11,81 MPa, 750 N' da gerilme aralığı -18,4 – -5,27 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -14 MPa, 1000 N' da gerilme aralığı -29,6 – -15,2 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -16,21 MPa, 1250 N' da gerilme aralığı -44,2 – -28,4 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -37,8 MPa ve 1500 N' da gerilme aralığı -54 – -35,1 MPa arasında ve buradaki strain – gauge' e yakın yerdeki bir nodun değeri de -44,42 MPa' dır.

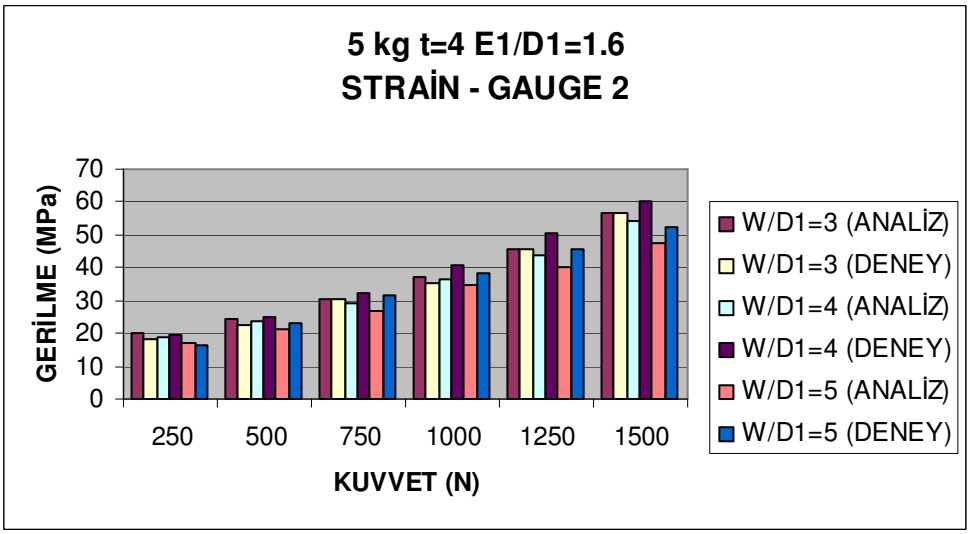
7.3 Deney ve Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bu bölümde ise 250, 500, 750, 1000, 1250 ve 1500 N' daki deney sonuçları ile analiz sonuçlarının karşılaştırılması grafikler yardımıyla yapılmıştır. Bu karşılaştırılmalardaki analiz sonuçları değerleri strain – gauge' lerin bulundukları yerdeki nodun değeridir.



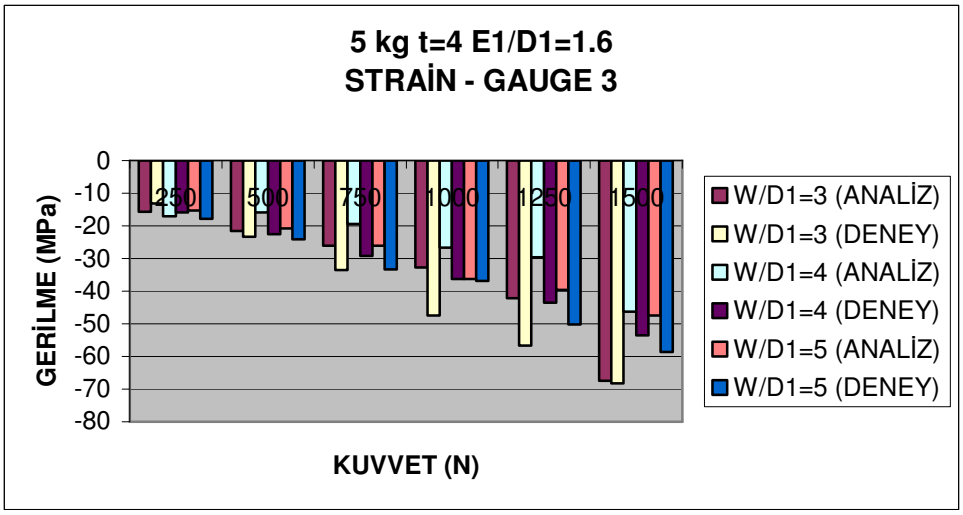
Şekil 7.53 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme değerleri strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görüldüğü gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçları birbirine çok yakındır. Sadece analiz sonuçları karşılaştırıldığında ise, W/D_1 oranı 4 olduğunda bir azalma sonra ise bir artma görülmektedir. Sadece deney sonuçları karşılaştırıldığında ise, sürekli bir artış görülmektedir. Ancak değerlerin birbirine çok yakın olduğu ve gerilmelerdeki değişimin çok az olduğu göz ardı edilmemelidir. Ayrıca gerilmenin çeki gerilmesi olduğu görülmektedir.



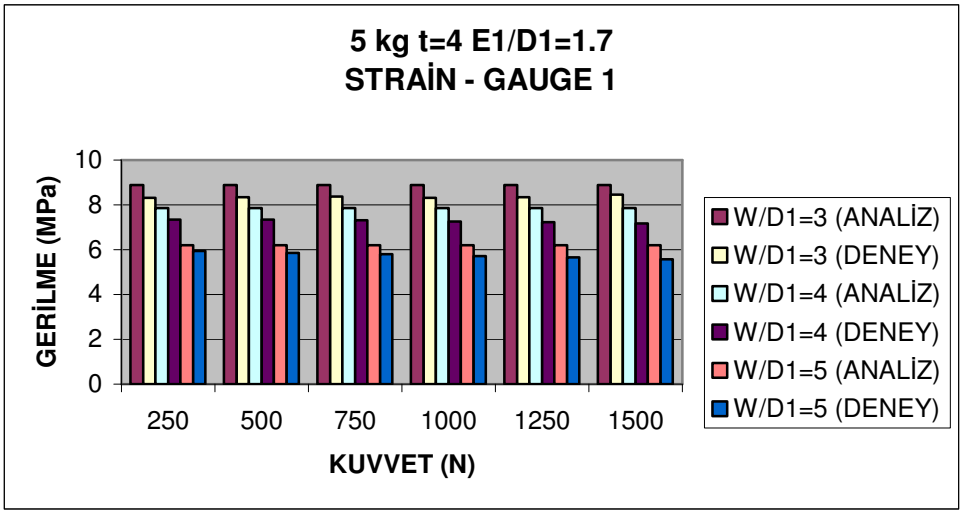
Şekil 7.54 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.54' te görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme değerleri strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Şekil 7.54' ten görüldüğü gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçların yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında ise, W/D_1 oranı arttıkça gerilmenin azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında ise W/D_1 oranı 4 olduğunda gerilmenin azaldığı fakat daha sonra yine arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



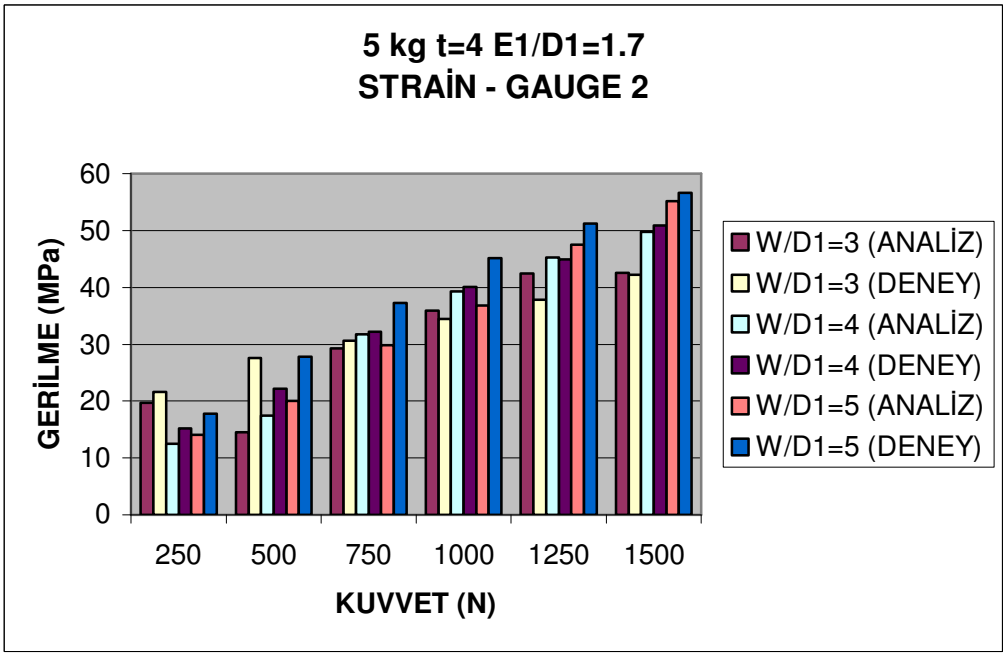
Şekil 7.55 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.55' te görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme değerleri strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görüldüğü gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçları birbirine yakındır. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, 250 N hariç W/D_1 oranı arttıkça gerilmenin W/D_1 oranının 4 olduğu kuvvetler de azalma daha sonra arttığı görülmektedir. Aynı durum deney sonuçları karşılaştırıldığında görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



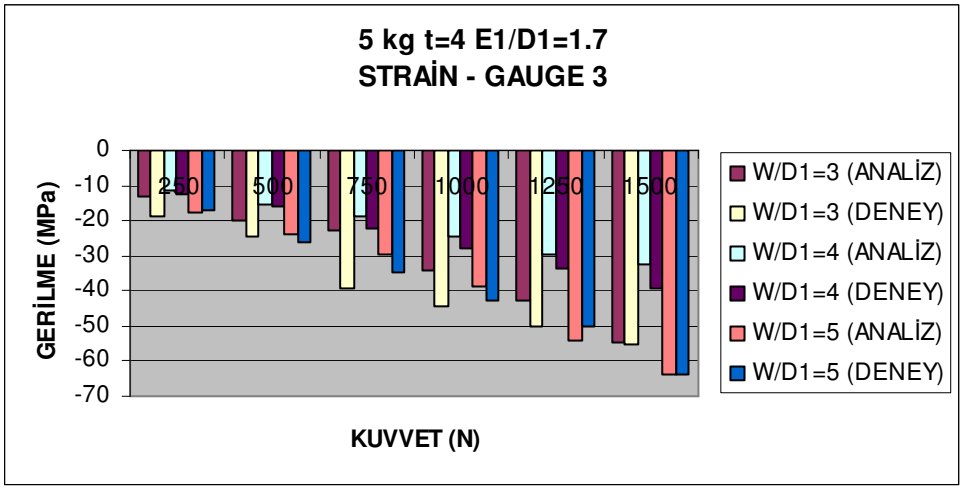
Şekil 7.56 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.56' da görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme değerleri strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Şekil 7.56' dan görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçları birbirine yakındır. Sadece analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerde belirgin bir azalma olduğu görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



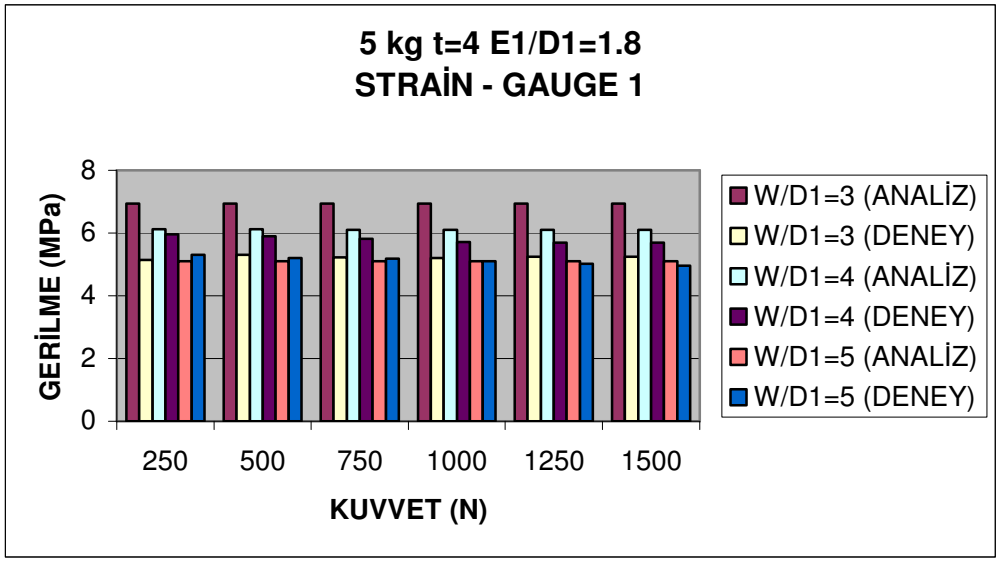
Şekil 7.57 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.57' de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme değerleri strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçları birbirine yakındır ve sonuçlar birbirini desteklemektedir. Analiz sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, 250 N için W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerde önce azalma daha sonra artma, 750 N için önce artma sonra azalma, 500, 1000, 1250 ve 1500 N için ise sürekli artış görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında ise, 250 ve 500 N için gerilmenin önce azaldığı sonra arttığı, diğer kuvvetler için ise sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



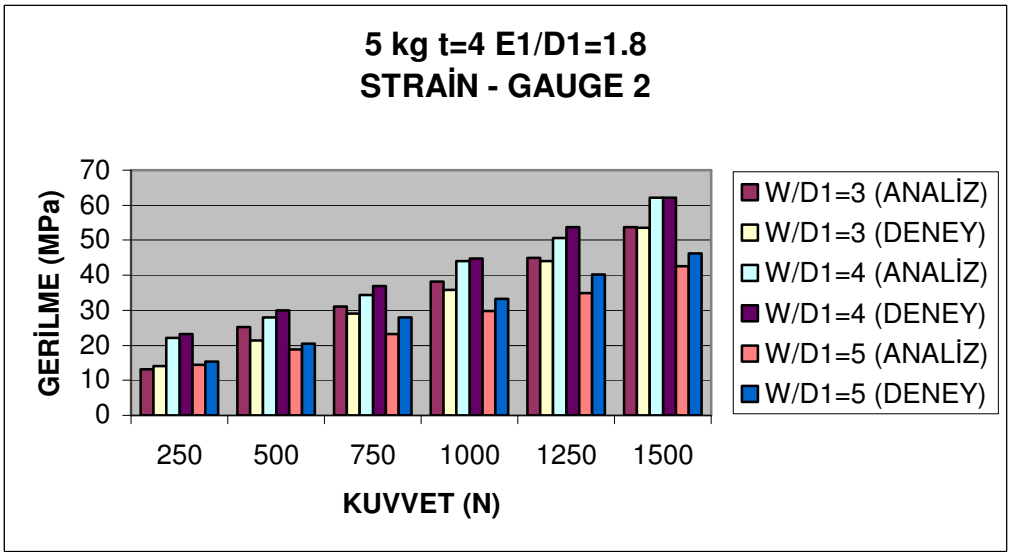
Şekil 7.58 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.58' de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme değerleri strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçları 750 N ve W/D_1 oranının 3 olduğu kısım hariç birbirine yakındır ve sonuçlar birbirini desteklemektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin W/D_1 oranının 4 olduğu numunelerde azaldığı ve daha sonra arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



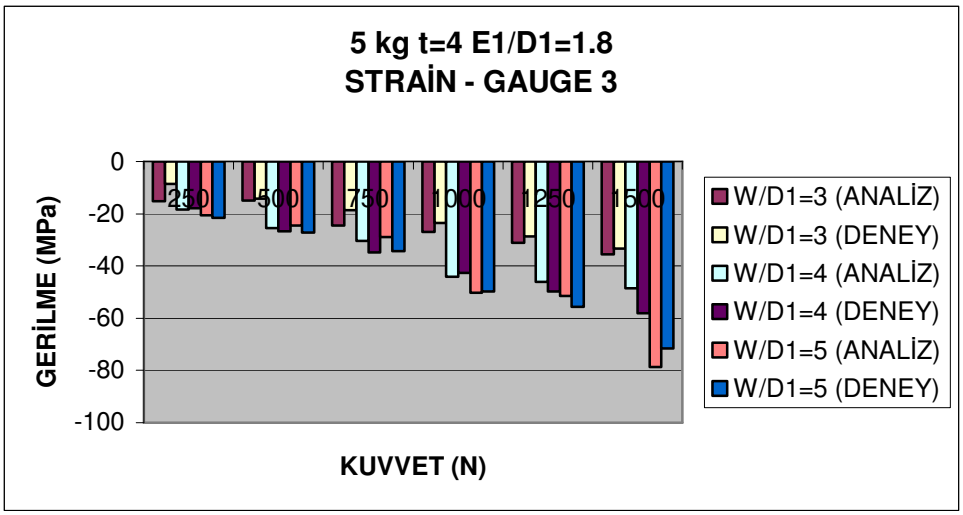
Şekil 7.59 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.59' da görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme değerleri strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçları birbirine çok yakındır. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerde belirgin bir azalma olduğu görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında ise, W/D_1 oranı artıkça gerilmenin önce arttığı ve sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



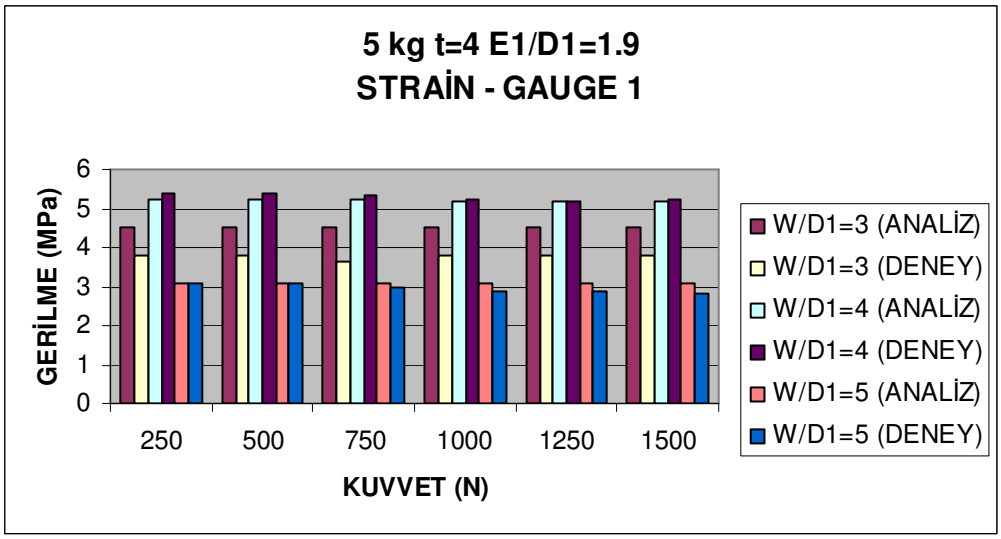
Şekil 7.60 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.60' ta görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme değerleri strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçları birbirine çok yakındır. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce arttığı sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



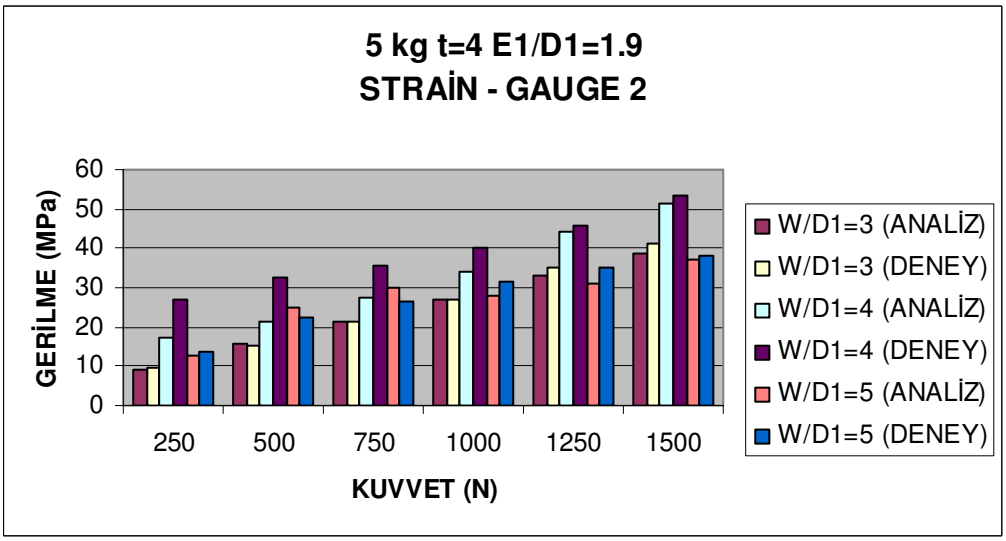
Şekil 7.61 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça 500 ve 750 N' da gerilmelerin önce arttığı sonra azaldığı ve diğer kuvvetlerde sürekli arttığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında ise, 750 N' da gerilmelerin önce arttığı sonra azaldığı ve diğer kuvvetlerde sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



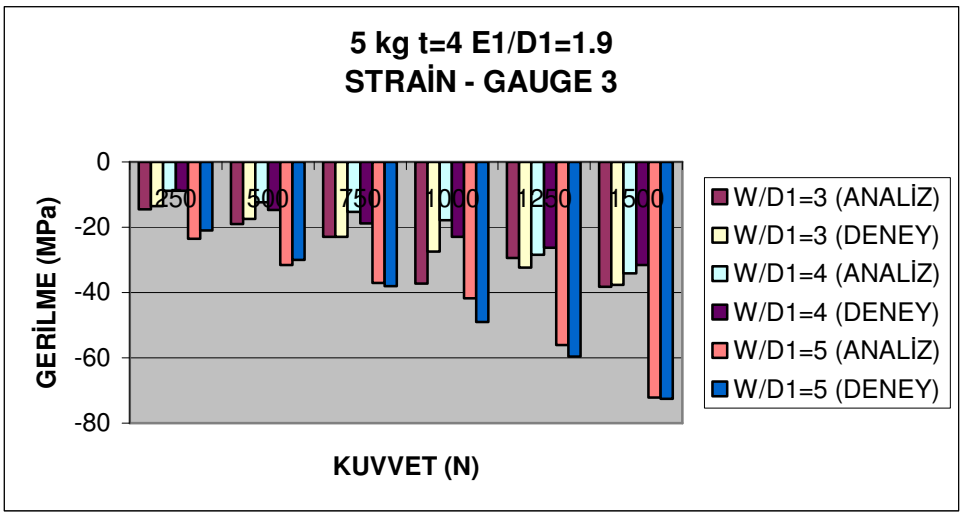
Şekil 7.62 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Şekil 7.62' de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmenin önce arttığı ve sonra azaldığı açıkça görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



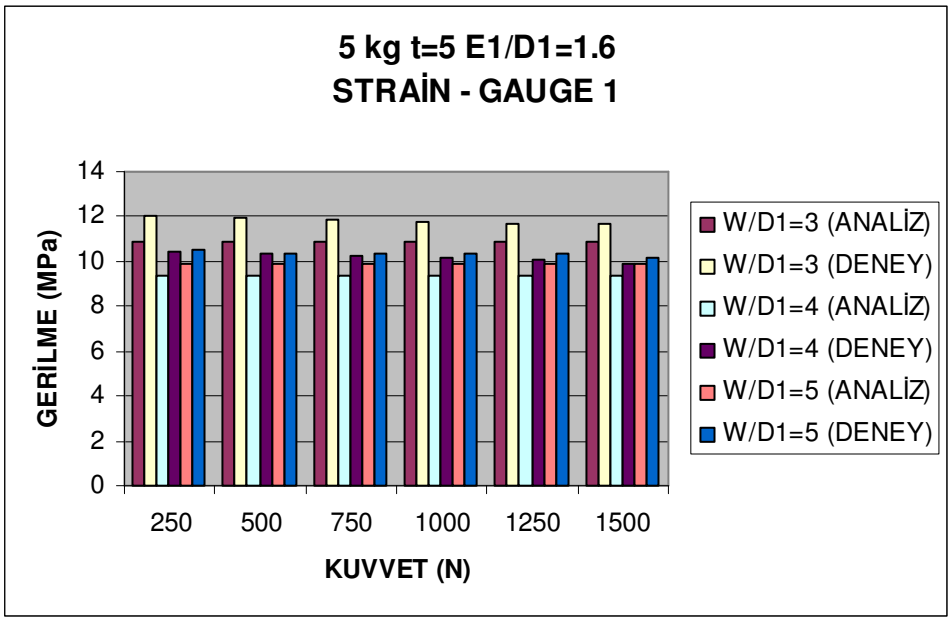
Şekil 7.63 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.63' te görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça 500 ve 750 N' da gerilmenin sürekli arttığı ve diğer kuvvetlerde önce arttığı, sonra azaldığı açıkça görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında ise, W/D_1 oranı arttıkça gerilmenin önce arttığı sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



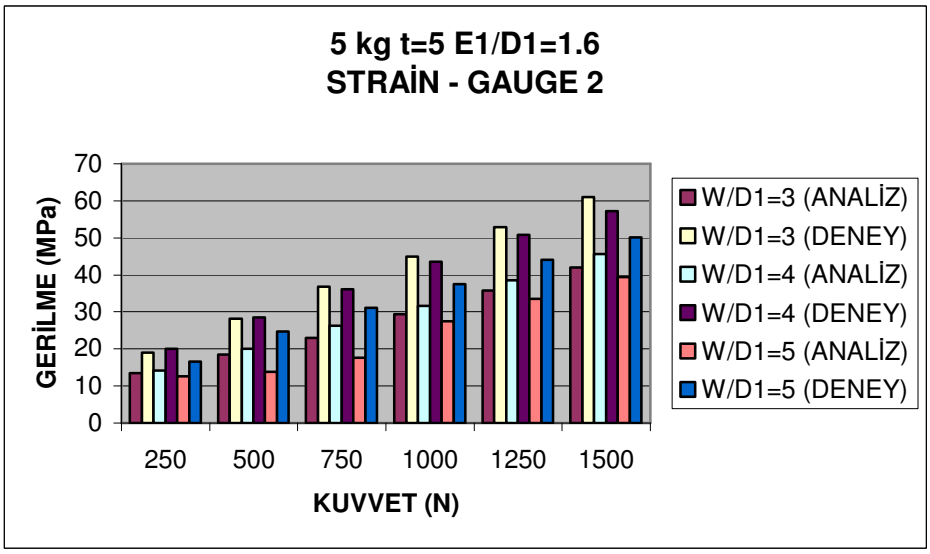
Şekil 7.64 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Şekil 7.64' te görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının çok yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmenin önce azalıp sonra arttığı açıkça görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



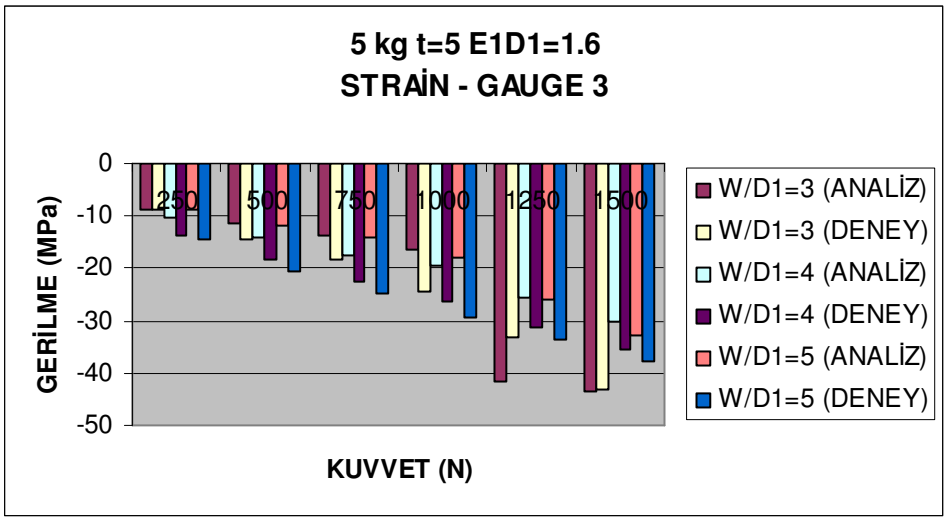
Şekil 7.65 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının çok yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmenin önce azalıp sonra arttığı açıkça görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



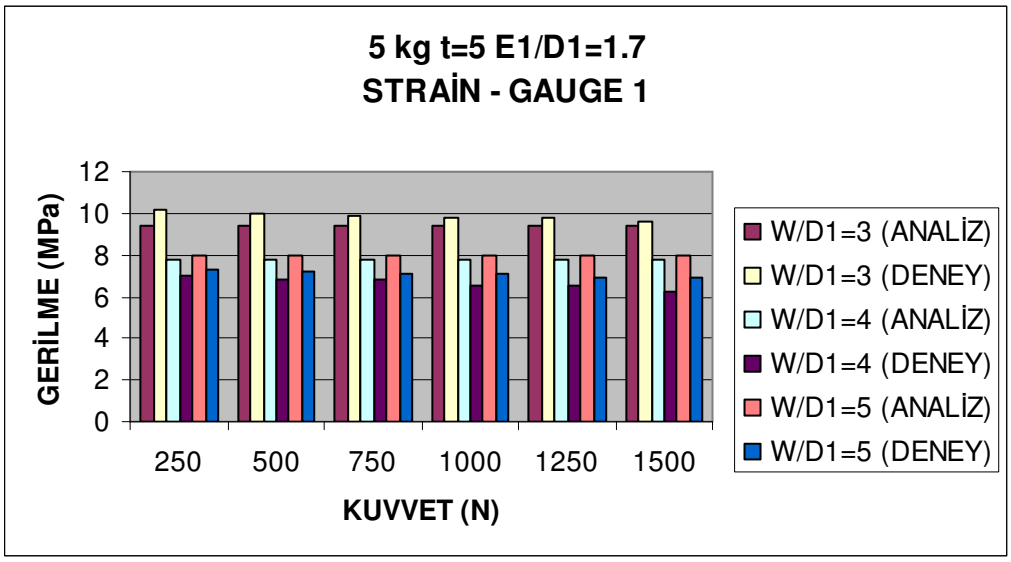
Şekil 7.66 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.66' da görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının genelde yakın olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmenin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında ise, W/D_1 oranı arttıkça 250 ve 500 N' da gerilmenin önce arttığı sonra azaldığı ve diğer kuvvetlerde sürekli azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



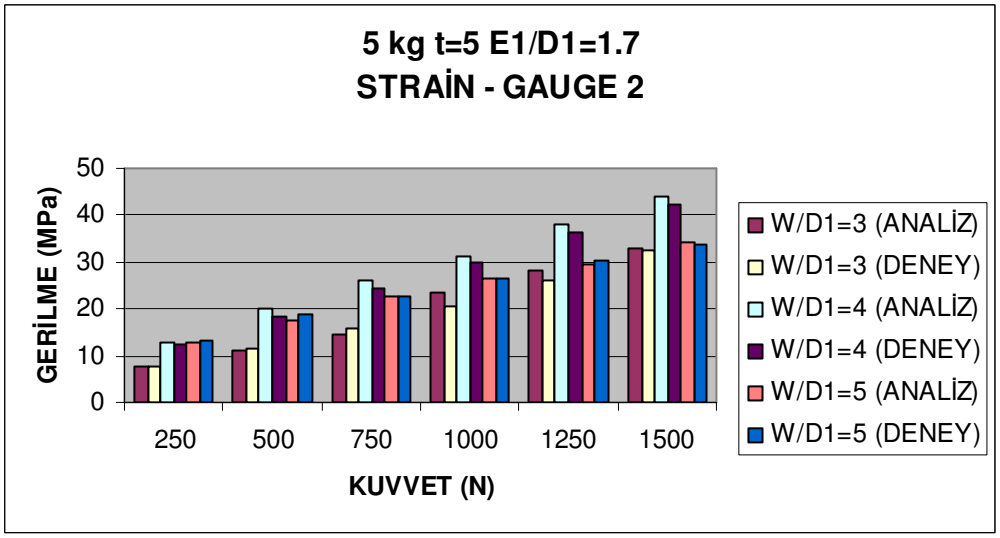
Şekil 7.67 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça 1250 ve 1500 N' da gerilmenin önce azalıp sonra arttığı ve diğer kuvvetlerde önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında ise, W/D_1 oranı arttıkça 1250 ve 1500 N' da gerilmenin önce azaldığı sonra arttığı ve diğer kuvvetlerde sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



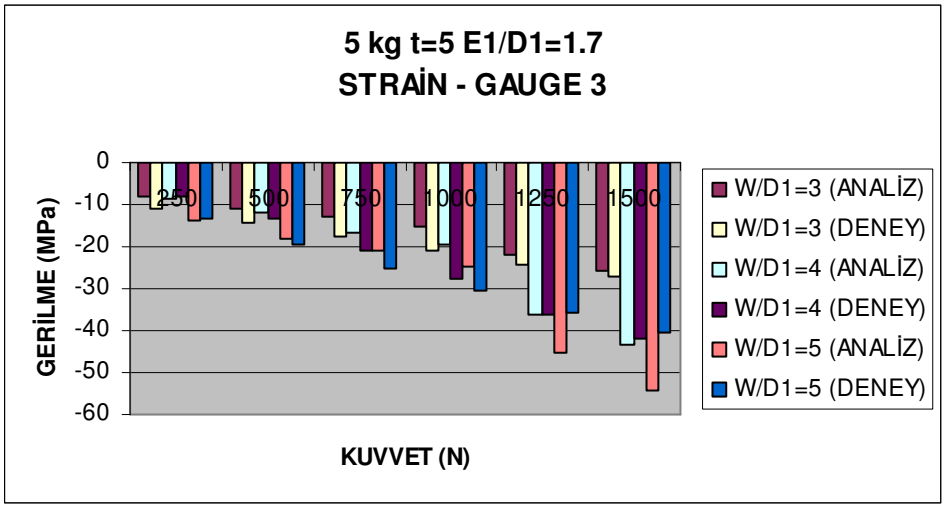
Şekil 7.68 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce azalıp sonra arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



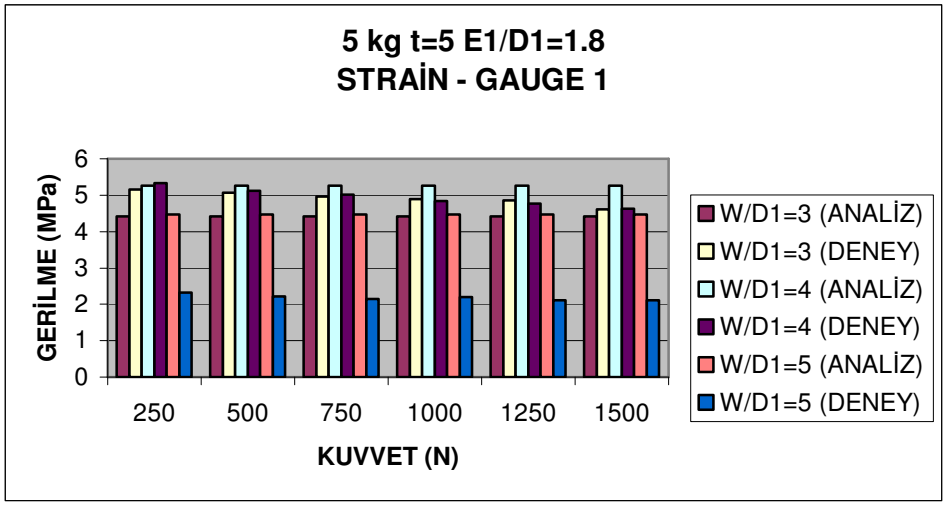
Şekil 7.69 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.69' da görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının çok yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça 250 N' da gerilmelerin sürekli arttığı ve diğer kuvvetlerde önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça 250 ve 500 N' da gerilmelerin sürekli arttığı ve diğer kuvvetlerde önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



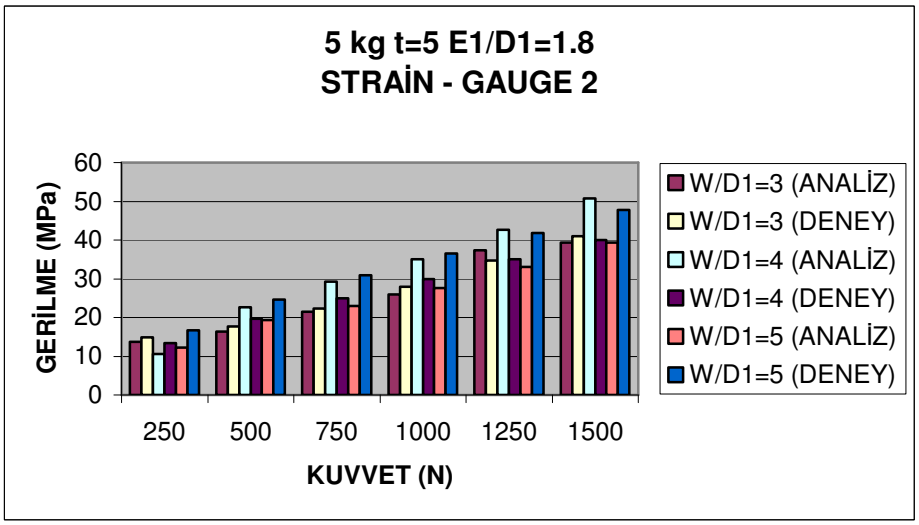
Şekil 7.70 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının çok yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin sürekli arttığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça 250 ve 500 N' da gerilmelerin önce azalıp sonra arttığı, 750 ve 1000 N' da sürekli arttığı ve diğer kuvvetlerde de önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



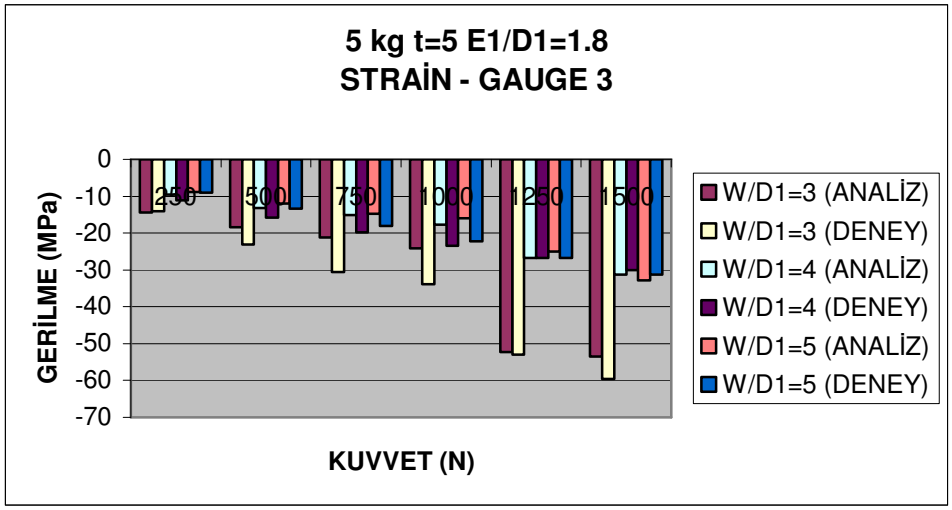
Şekil 7.71 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce arttığı sonra azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, 1000 ve 1250 N' da gerilmelerin sürekli azaldığı ve diğer kuvvetlerde de önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



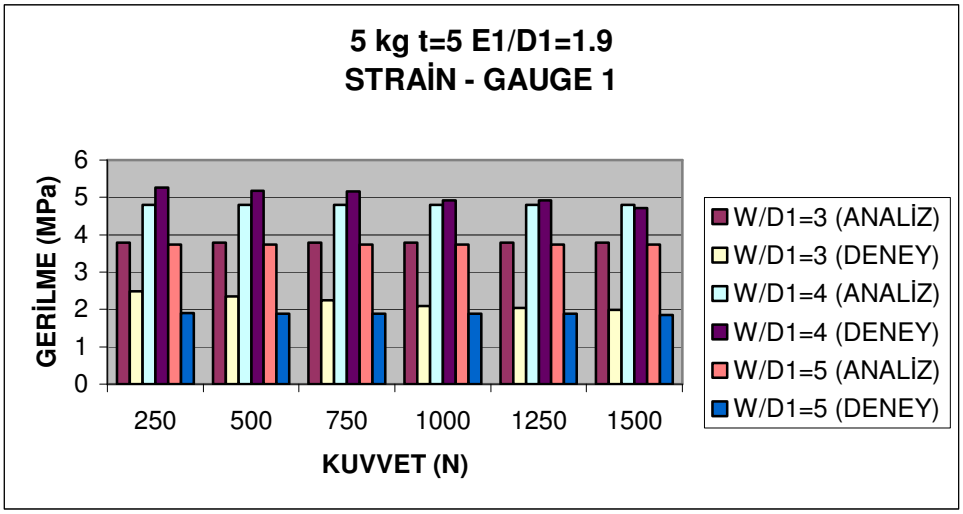
Şekil 7.72 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.72' de görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 250 N' da önce azaldığı sonra arttığı ve diğer kuvvetlerde de önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, 250 ve 1500 N' da gerilmelerin önce azalıp sonra arttığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



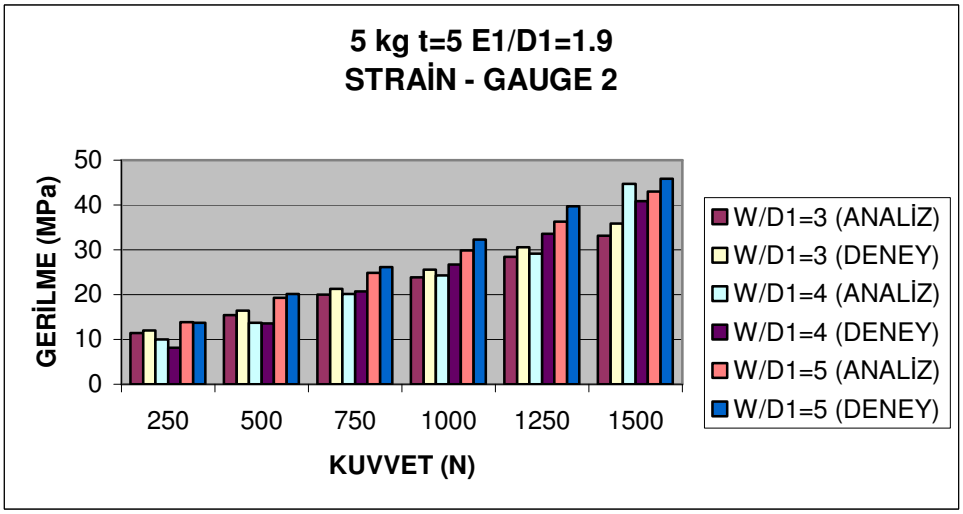
Şekil 7.73 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 1500 N' da önce azaldığı sonra arttığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



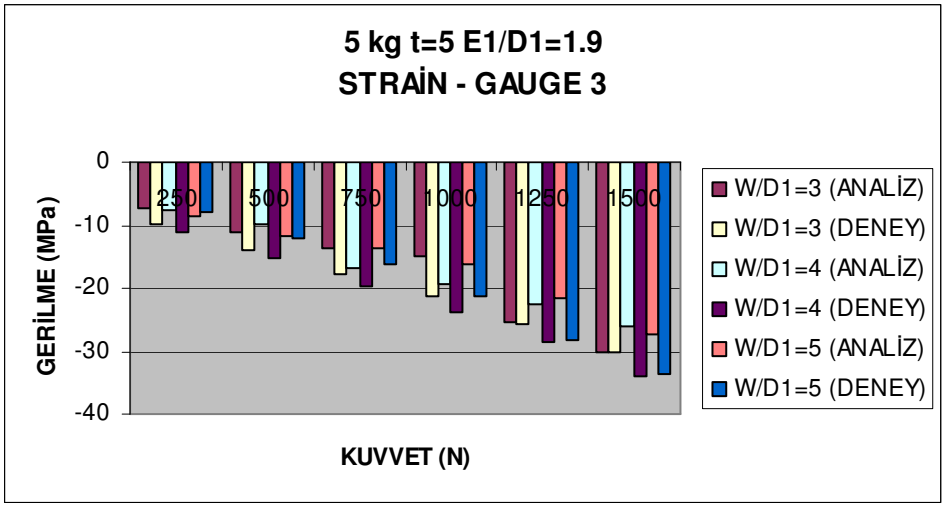
Şekil 7.74 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce arttığı sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



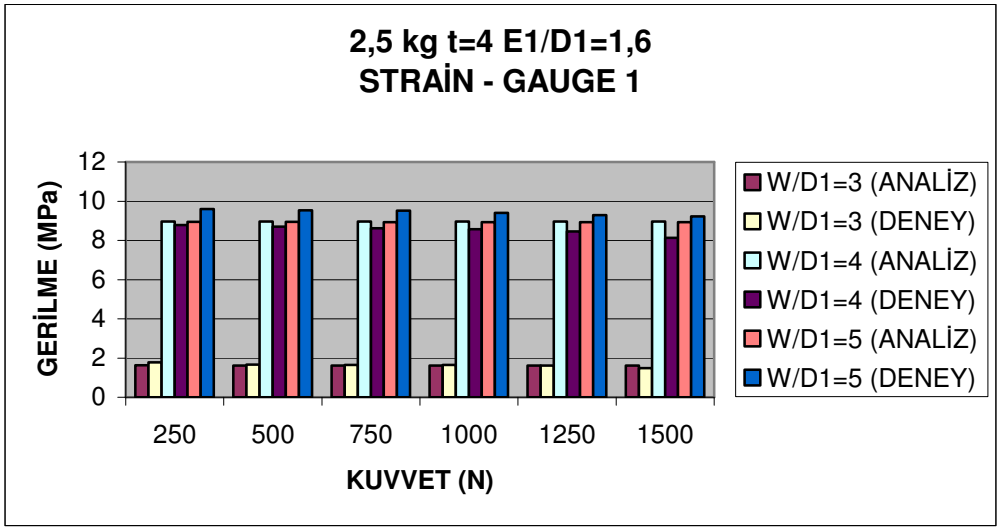
Şekil 7.75 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.75' te görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 250, 500 ve 750 N' da önce azaldığı sonra arttığı ve 1000, 1250 ve 1500 N' da sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



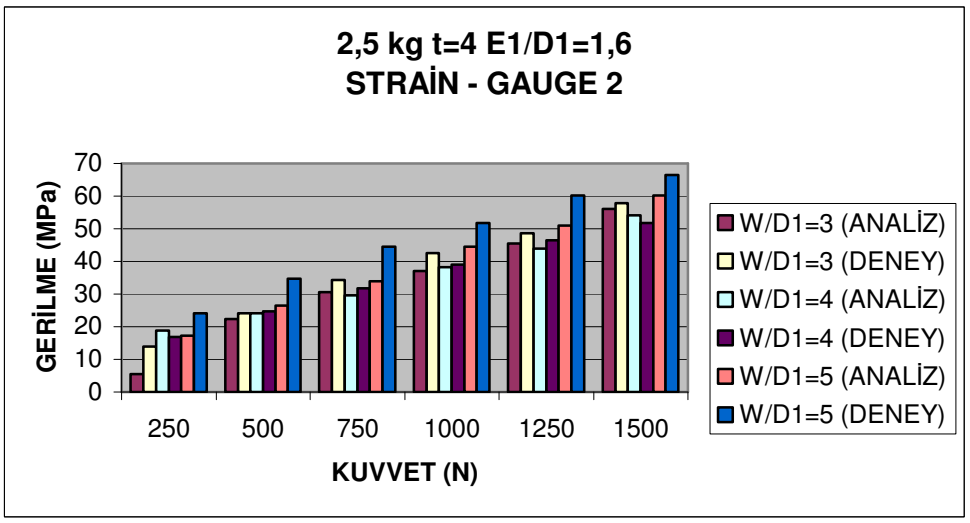
Şekil 7.76 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 250 N' da sürekli arttığı, 500 ve 1500 N' da önce azalıp sonra arttığı, 750 ve 1000 N' da önce artıp sonra azaldığı ve 1250 N' da sürekli azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında ise W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



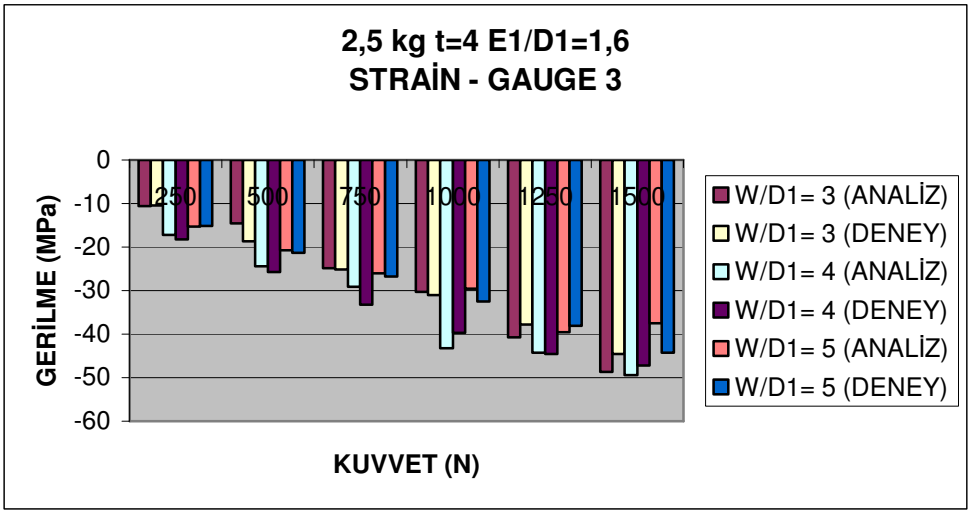
Şekil 7.77 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



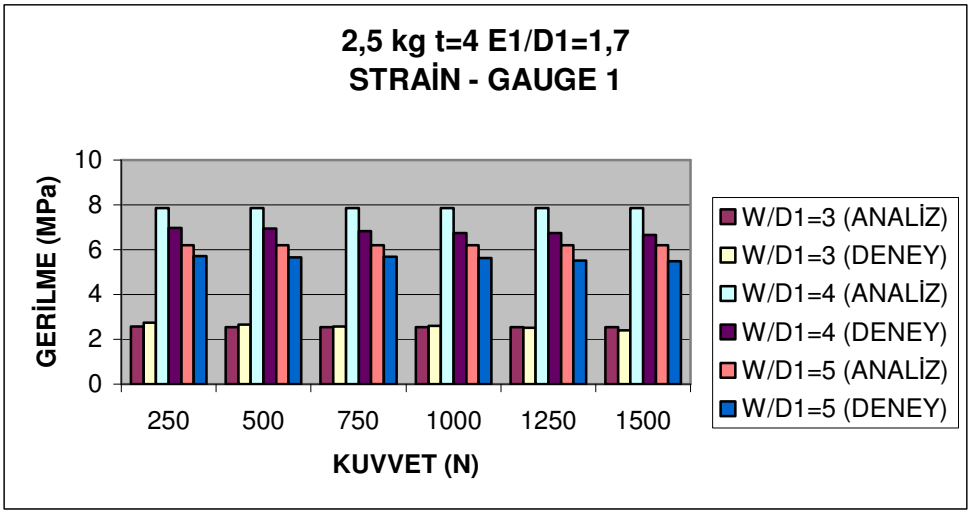
Şekil 7.78 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.78' de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 750, 1250 ve 1500 N' da önce azalıp sonra arttığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli arttığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 250 ve 500 N' da sürekli arttığı ve diğer kuvvetlerde de önce azalıp sonra arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



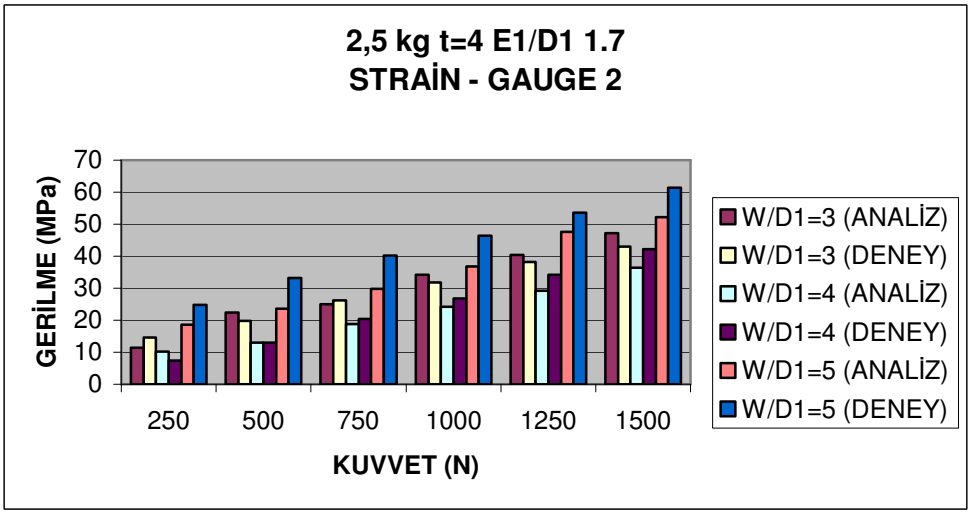
Şekil 7.79 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



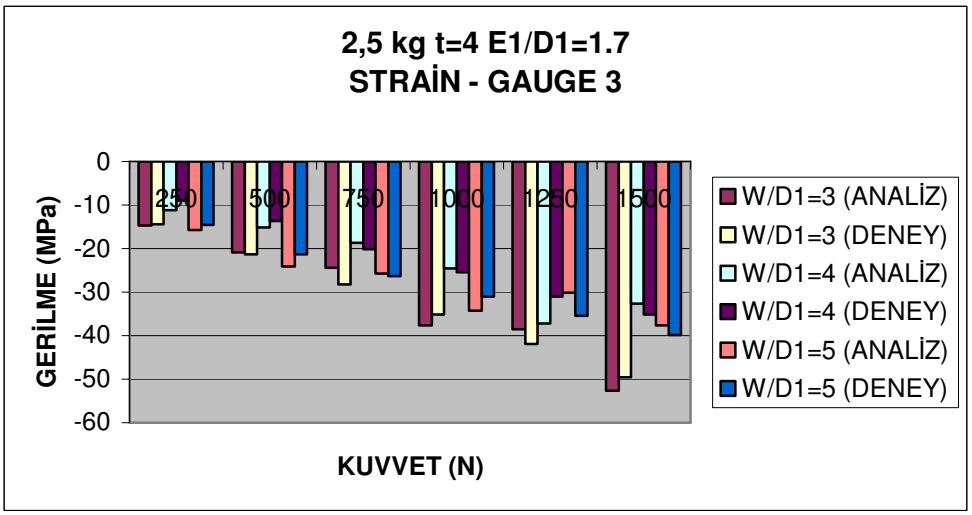
Şekil 7.80 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Açıkça görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



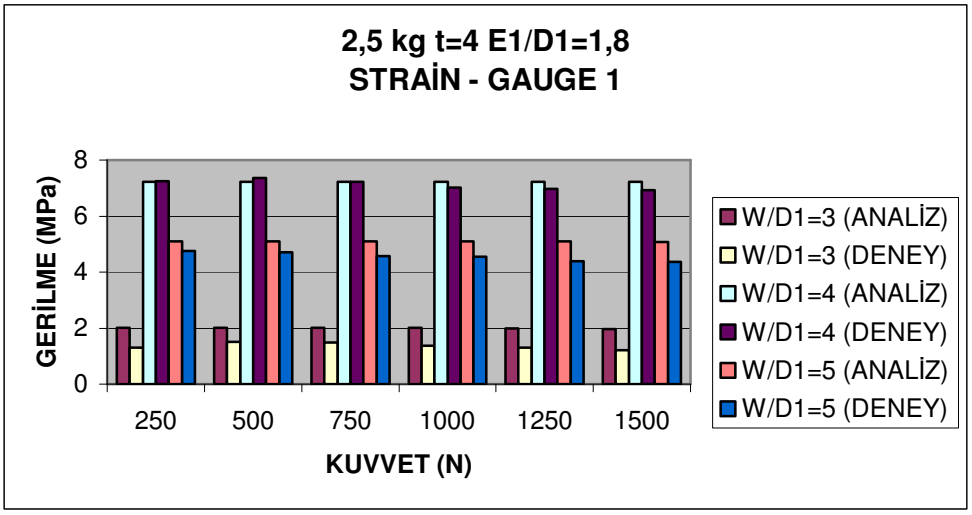
Şekil 7.81 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.81' de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce azalıp sonra arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



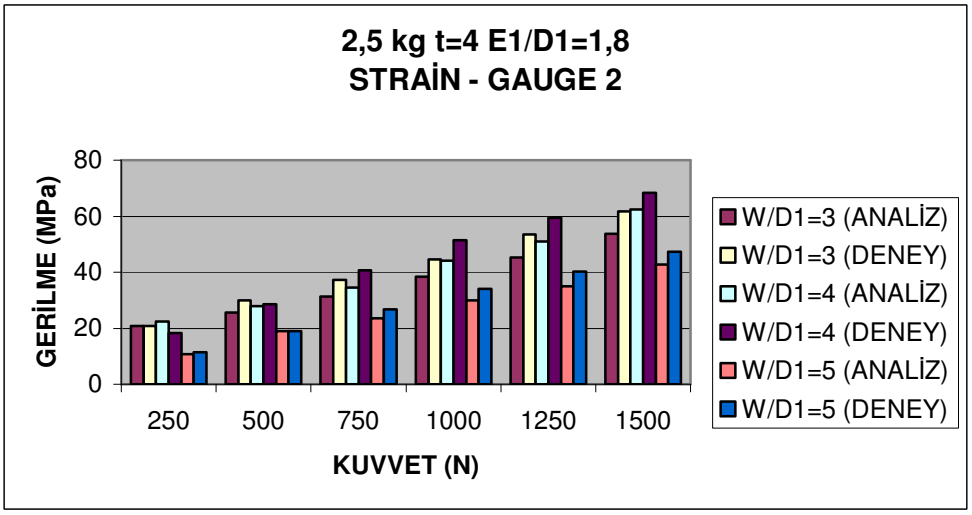
Şekil 7.82 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce azaldığı ve sonra arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



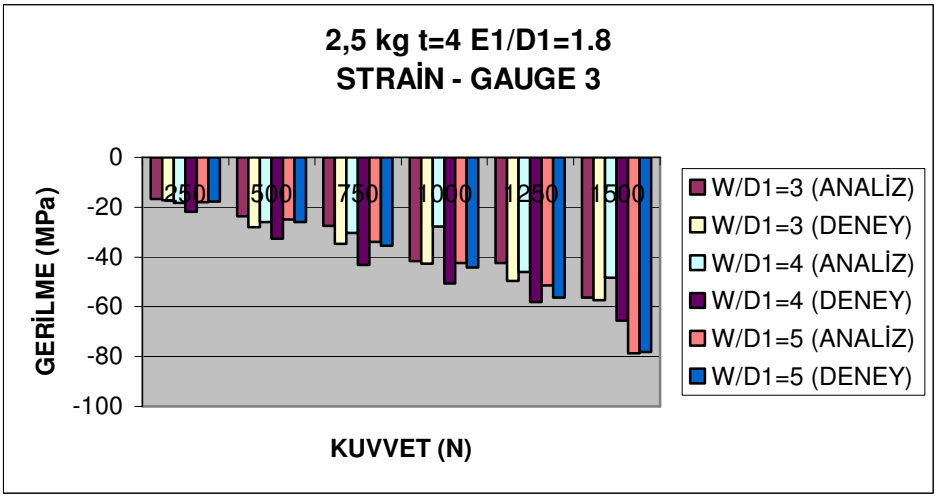
Şekil 7.83 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Şekil 7.83' ten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce arttığı ve sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



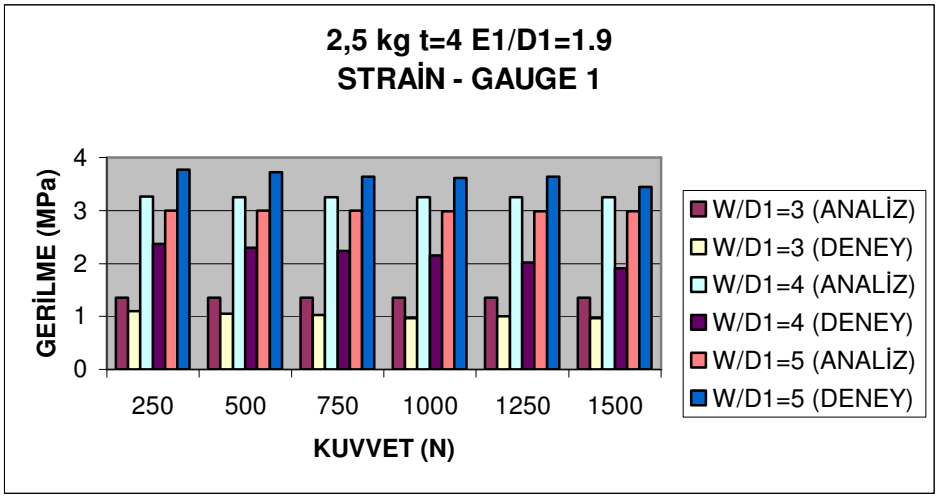
Şekil 7.84 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.84' te görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce arttığı ve sonra azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, gerilmelerin 250 ve 500 N' da sürekli azaldığı ve diğer kuvvetlerde de önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



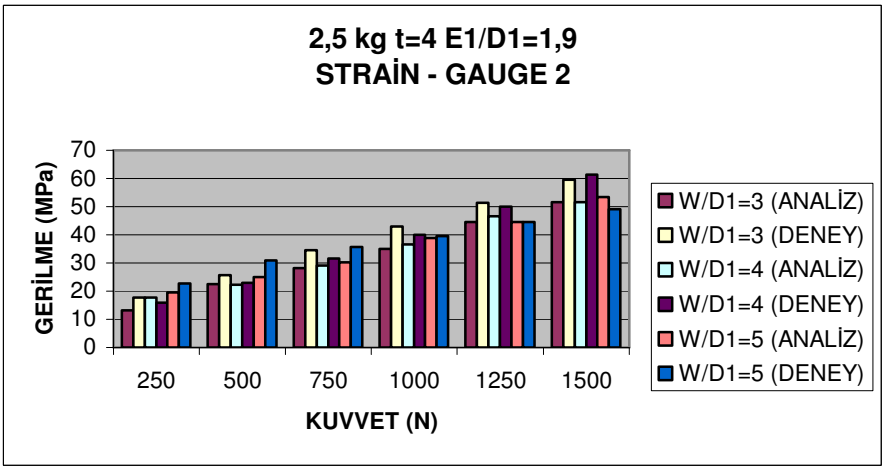
Şekil 7.85 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Şekil 7.85' te görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 250 ve 500 N' da önce artıp sonra azaldığı, 750 ve 1250 N' da sürekli arttığı, 1000 ve 1500 N' da önce azalıp sonra arttığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, gerilmelerin 1500 N' da sürekli arttığı ve diğer kuvvetlerde de önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



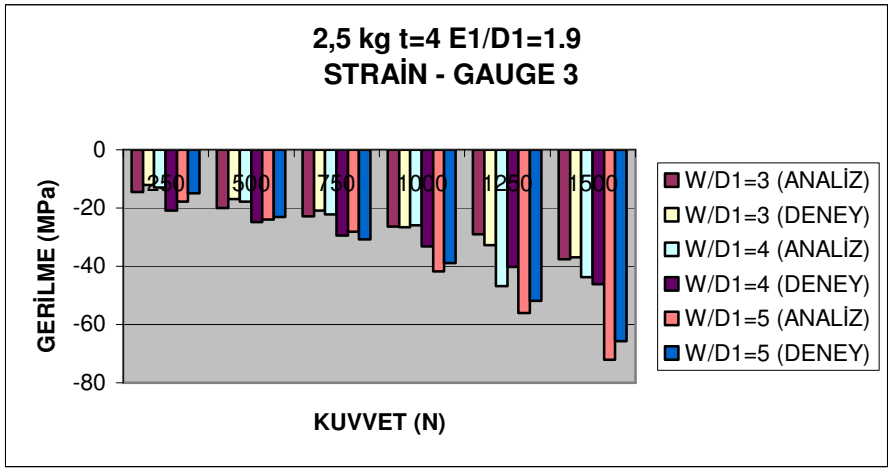
Şekil 7.86 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Şekil 7.86' da görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, gerilmelerin sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



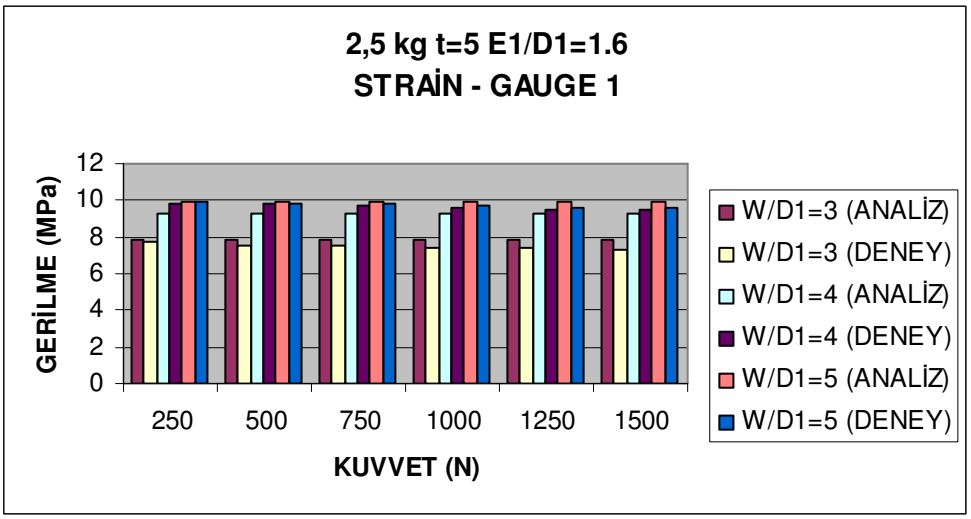
Şekil 7.87 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.87' de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 500 N' da önce azalıp sonra arttığı, 1250 N' da önce artıp sonra azaldığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli arttığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, gerilmelerin 250, 500 ve 750 N' da gerilmelerin önce azalıp sonra arttığı, 1000 ve 1250 N' da sürekli azaldığı ve 1500 N' da önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



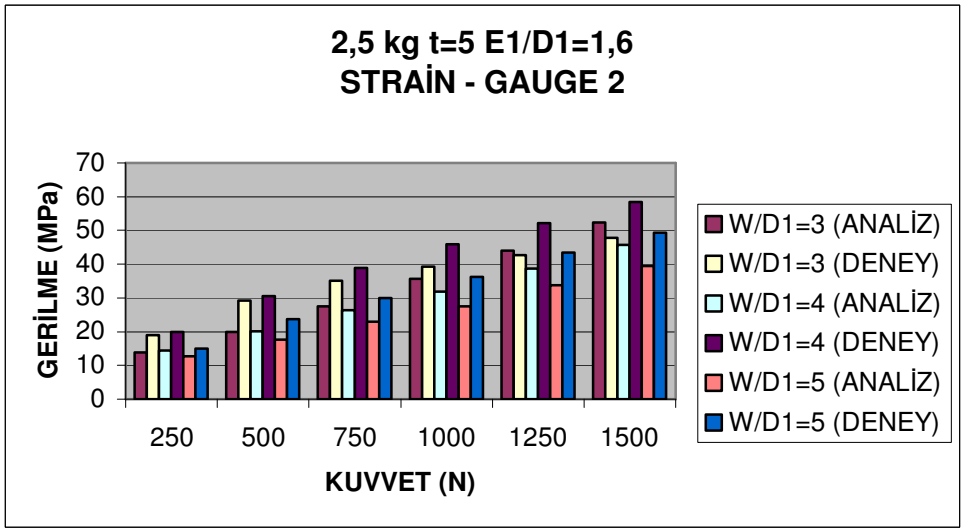
Şekil 7.88 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten de görülebildiği gibi kalınlığı 4 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Şekil 7.88' de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 1250 ve 1500 N' da sürekli arttığı ve diğer kuvvetlerde de önce azalıp sonra arttığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, gerilmelerin 250 ve 500 N' da gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



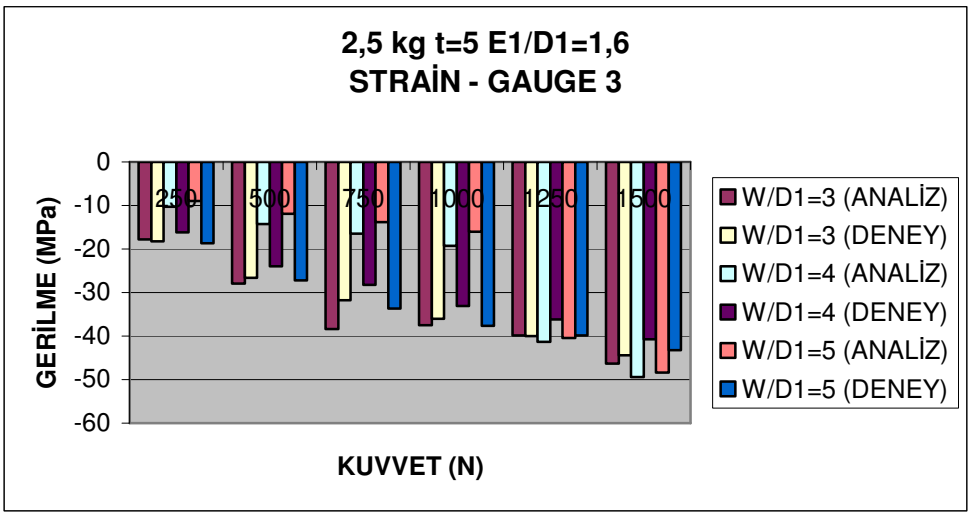
Şekil 7.89 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.89' da görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



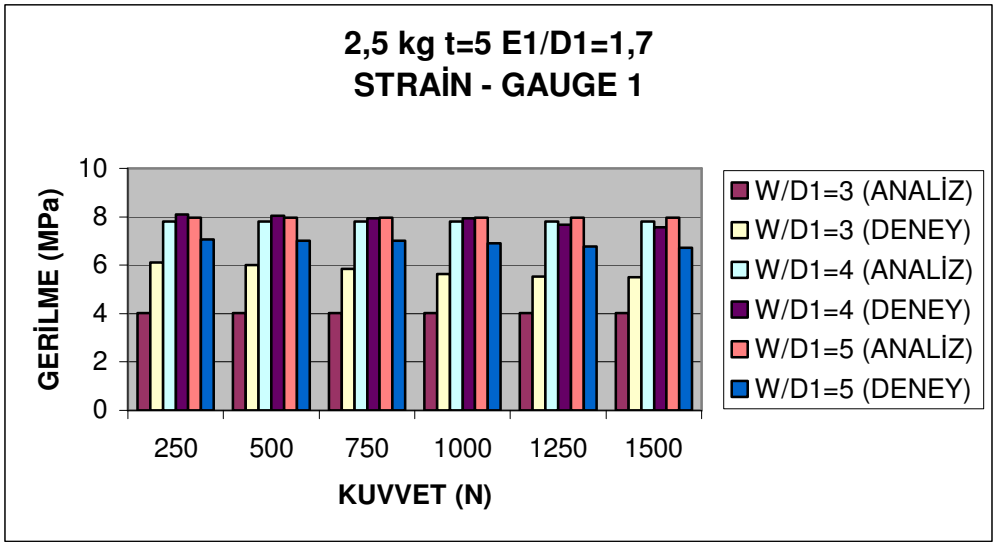
Şekil 7.90 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.90' da görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 250 N' da önce artıp sonra azaldığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



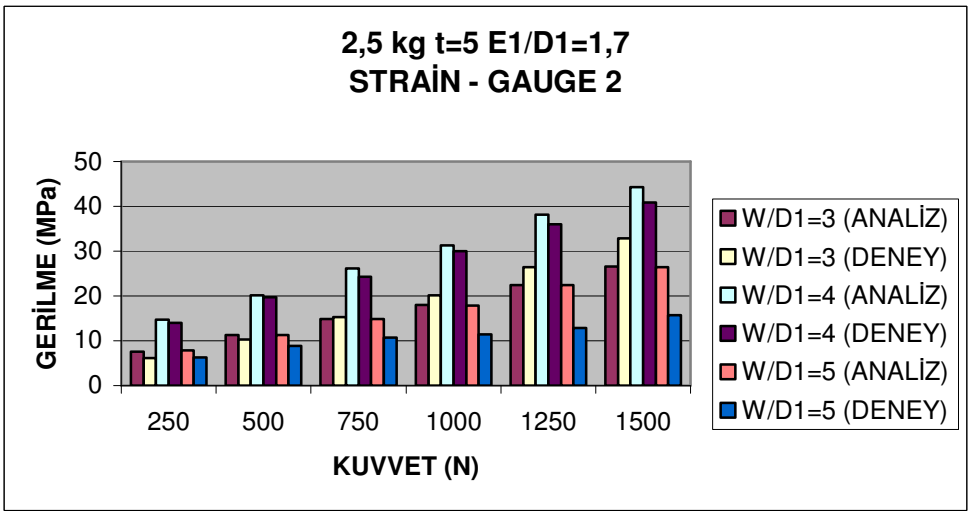
Şekil 7.91 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.91' de görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,6 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 1250 ve 1500 N' da önce artıp sonra azaldığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, gerilmelerin önce azalıp sonra arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



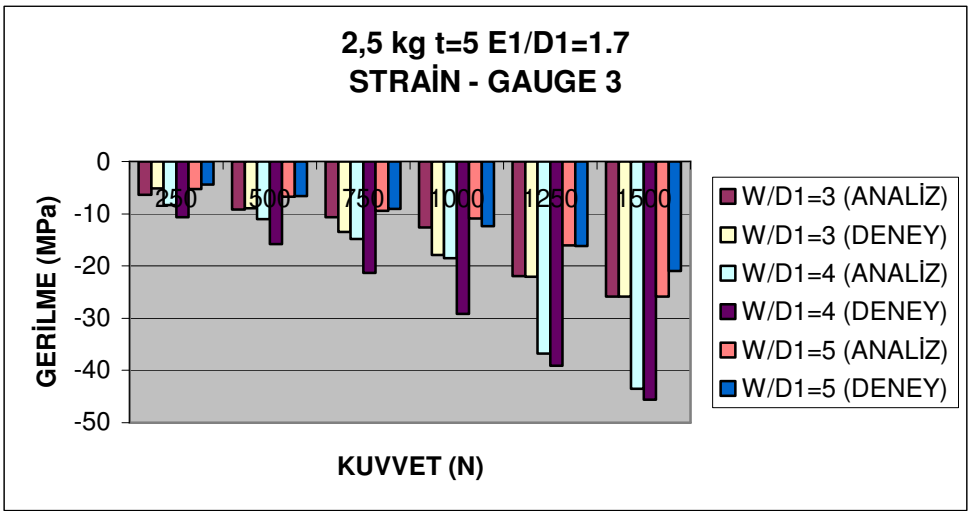
Şekil 7.92 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten de görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Şekil 7.92' de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin sürekli arttığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



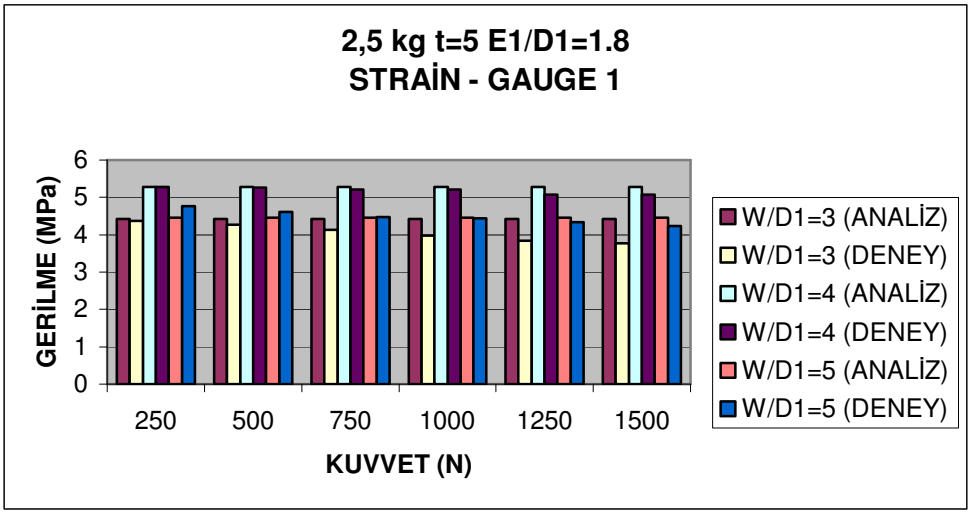
Şekil 7.93 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.93' te görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



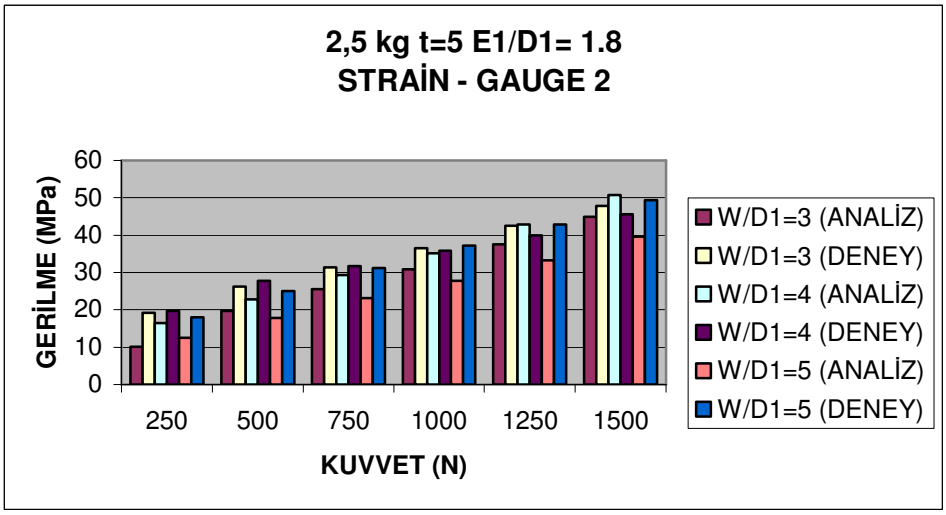
Şekil 7.94 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.94' te görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,7 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu ve birbirini desteklediği görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



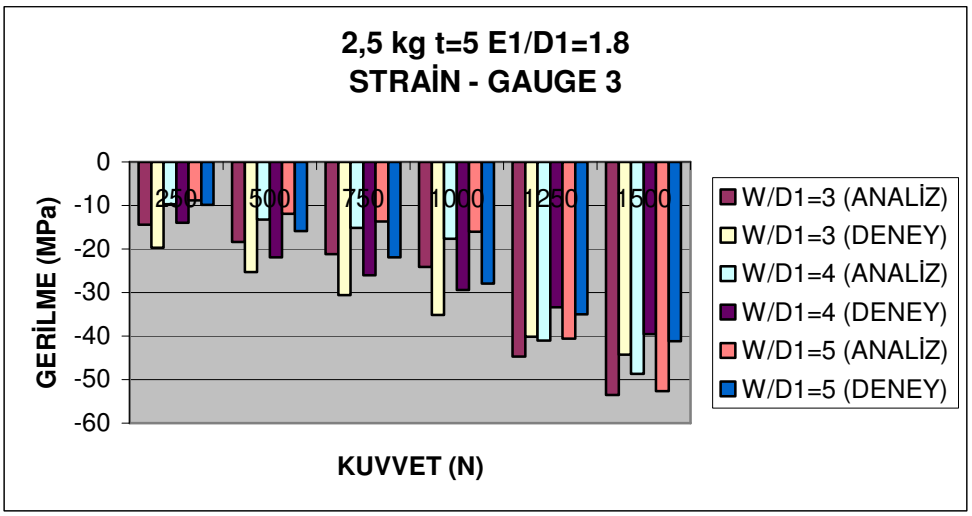
Şekil 7.95 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Yukarıdaki grafikten de görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Şekil 7.95' te görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



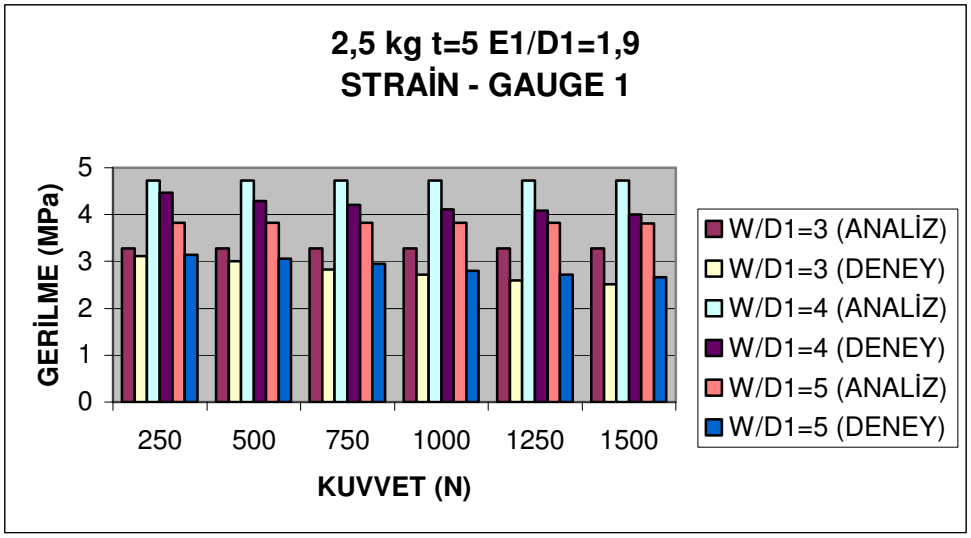
Şekil 7.96 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.96' da görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Sadece deney sonuçları karşılaştırıldığında, gerilmenin 250, 500 ve 750 N' da önce artıp sonra azaldığı, diğer kuvvetlerde de önce azalıp sonra arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



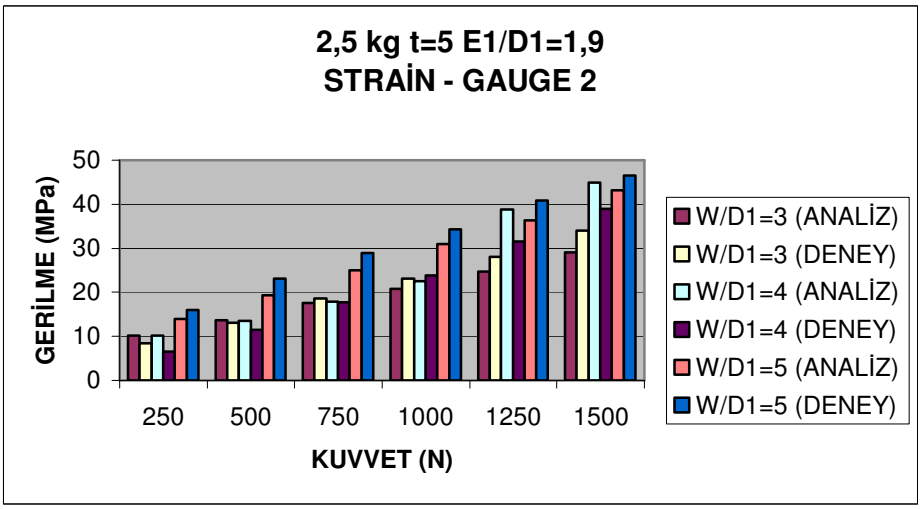
Şekil 7.97 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.97' de görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,8 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 1500 N' da önce azalıp sonra arttığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli azaldığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, gerilmenin 1250 ve 1500 N' da önce azalıp sonra arttığı, diğer kuvvetlerde de sürekli azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.



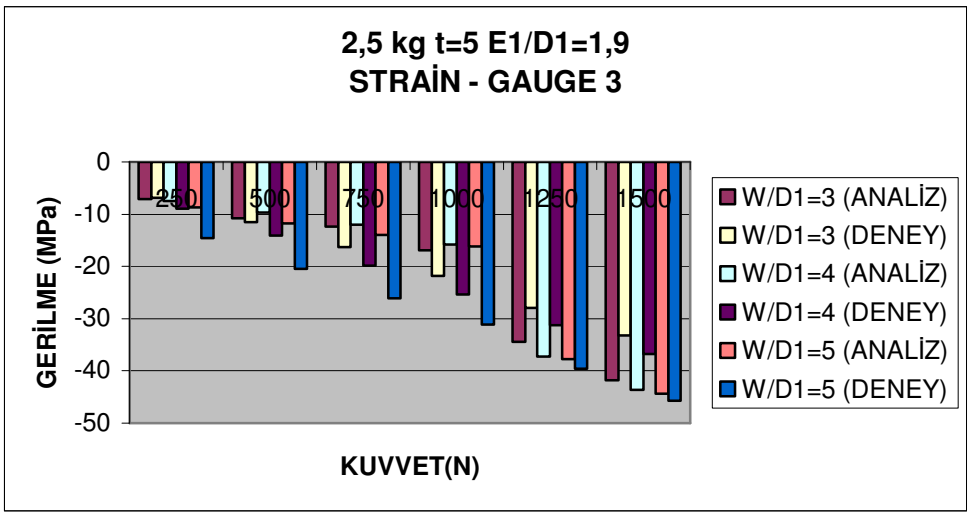
Şekil 7.98 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.98' de görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 1 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz ve deney sonuçları kendi aralarında karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin önce artıp sonra azaldığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



Şekil 7.99 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.99' da görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 2 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 1250 ve 1500 N' da önce artıp sonra azaldığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli arttığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 250, 500 ve 750 N' da önce azalıp sonra arttığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin çeki gerilmesi olduğu da görülmektedir.



Şekil 7.100 Kuvvet – gerilme (x- yönündeki) grafiği

Şekil 7.100' de görülebildiği gibi kalınlığı 5 mm, E_1/D_1 oranının 1,9 ve dış kuvvetin 2,5 kg olduğu numunelerin gerilme sonuçları strain - gauge 3 için karşılaştırılmıştır. Grafikten de görülebildiği gibi her W/D_1 oranı için analiz ve deney sonuçlarının yakın olduğu görülmektedir. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin 500, 750 ve 1000 N' da önce azalıp sonra arttığı ve diğer kuvvetlerde de sürekli arttığı görülmektedir. Deney sonuçları karşılaştırıldığında, W/D_1 oranı arttıkça gerilmelerin sürekli arttığı görülmektedir. Ayrıca hem deney hem de analiz sonuçlarına bakıldığında oluşan gerilmenin bası gerilmesi olduğu da görülmektedir.

BÖLÜM SEKİZ
SONUÇLAR

Bu araştırma ile diğer araştırmalar arasındaki farklar, bu araştırmadaki numunelerde 4 adet pim bağlantısının bulunması ve hasar analizi yerine gerilim analizlerinin yapılmasıdır. Deney ve nümerik analiz sonuçlar incelendiğinde aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır.

1. Analiz ve deney sonuçlarına göre; strain – gauge 1' de her yük ve geometride çeki gerilmesi oluşmaktadır.
2. Analiz ve deney sonuçlarına göre; strain – gauge 2' de her yük ve geometride çeki gerilmesi oluşmaktadır.
3. Analiz ve deney sonuçlarına göre; strain – gauge 3' te her yük ve geometride bası gerilmesi oluşmaktadır.
4. Analiz ve deney sonuçlarına göre; her dış kuvvet (2,5, 5 kg), kalınlık (t=4 – 5 mm) ve W/D_1 (3, 4, 5) oranı için strain – gauge 1' de genellikle E_1/D_1 oranı arttıkça gerilmeler azalmaktadır.
5. Dış kuvvetin 2,5 kg, kalınlığın (t) 4 mm, W/D_1 oranının 3, 4 ve 5 olduğu numunelerin analiz ve deney sonuçlarına göre; strain – gauge 2' deki en düşük gerilmelerin genellikle E_1/D_1 oranının 1,7, strain – gauge 3' teki en büyük gerilmelerin genellikle E_1/D_1 oranının 1,8 olduğu numunelerde meydana gelmiştir.
6. Dış kuvvetin 2,5 kg, kalınlığın (t) 5 mm, W/D_1 oranının 3, 4 ve 5 olduğu numunelerin analiz ve deney sonuçlarına göre; strain – gauge 2' deki en düşük gerilmelerin genellikle E_1/D_1 oranının 1,7 olduğu numunelerde meydana gelmiştir.
7. Dış kuvvetin 2,5 kg, kalınlığın (t) 5 mm, W/D_1 oranının 3, 4 ve 5 olduğu numunelerin analiz ve deney sonuçlarına göre; strain – gauge 3' teki en düşük gerilmelerin genellikle E_1/D_1 oranının 1,7 ve en büyük gerilmelerin de E_1/D_1 oranının 1,6 olduğu numunelerde meydana gelmiştir.
8. Dış kuvvetin 5 kg, kalınlığın (t) 4 mm, W/D_1 oranının 3, 4 ve 5 olduğu numunelerin analiz ve deney sonuçlarına göre; strain – gauge 2' deki en

düşük gerilmelerin genellikle E_1/D_1 oranının 1,9 olduğu numunelerde meydana gelmiştir.

9. Dış kuvvetin 5 kg, kalınlığın (t) 5 mm, W/D_1 oranının 3, 4 ve 5 olduğu numunelerin analiz ve deney sonuçlarına göre; strain – gauge 2' deki en düşük gerilmelerin genellikle E_1/D_1 oranının 1,7 olduğu numunelerde meydana gelmiştir.

5 kilogramlık dış kuvvet ile yapılan deneylerde parçaların kopma kuvvetinin tespiti için parçalara yük uygulamaya devam edilmiştir. Buna göre parçaların hepsinin, strain – gauge 2' nin bulunduğu yerde veya simetriğinde koptuğu görülmüştür. Bundan dolayı parçaların en kritik bölgenin strain – gauge 2' nin bulunduğu yer olduğu söylenebilir. Yukarıdaki sonuçlar doğrultusunda ise, E_1/D_1 oranının 1,7 olduğu parçaların en uygun parçalar olduğu söylenebilir.

KAYNAKÇA

Aran, A. (1990). Elyaf takviyeli karma malzemeler. İstanbul: İ.T.Ü' si Rektörlük Ofset Atölyesi.

Demirkesen, E. (1991). Kompozit malzemeler. İstanbul: İ.T.Ü' si Rektörlük Ofset Atölyesi.

Dano M., Gendron G. ve Picard A.(Kasım 2000). Stress and failure analysis of mechanically fastened joints in composite laminates. *Composite Structures,50,* 287 – 296. Eylül 25, 2004, http://www.sciencedirect.com/science/journal/02638223.

İçten B. M. ve Karakuzu R. (Temmuz 2002). Progressive failure analysis of pin – loaded carbon – epoxy woven composite plates. *Composite Science and Technology, 62,* 1259 – 1271. Eylül 30, 2004, http://www.sciencedirect.com/science/journal/02663538.

İçten B. M. ve Sayman O. (Nisan 2003). Failure analysis of pin – loaded aluminum – glass – epoxy sandwich composite plates. *Composites Science and Technology, 63,* 727 - 737. Eylül 30, 2004, http://www.sciencedirect.com/science/journal/02663538.

Li R., Kelly D., Berg, B. L. ve Crosky A. (Nisan 2002). Strength improvement by fibre steering around a pin loaded hole. *Composite Structures, 57,* 377 – 383. Ekim 5, 2004, http://www.sciencedirect.com/science/journal/02638223

Okutan B. (Aralık 2002). The effects of geometrik parameters on the failure strength for pin – loaded multi – directional fiber – glass reinforced epoxy laminate. *Composite Part B: Engineering, 33,* 567 – 578. Ekim 5, 2004. http://www.sciencedirect.com/science/journal/13598368

Okutan B. ve Karakuzu R. (Mayıs 2003). The strength of pinned joints in laminate composites. *Composites Science and Technology, 63,* 893 – 905. Ekim 10, 2004. http://www.sciencedirect.com/science/journal/02663538

Okutan B., Aslan Z. ve Karakuzu R. (Ağustos 2001). A study of the effects of various geometric parameters on the failure strength of pin – loaded woven – glass – fiber reinforced epoxy laminate. *Composites Science and Technology, 61,* 1491 – 1497. Ekim 10, 2004. http://www.sciencedirect.com/science/journal/02663538

Özes Ç. ve Demirsoy M. (Ağustos 2005). Stress analysis of pin – loaded woven – glass fiber reinforced epoxy laminate conveying chain components. *Composites Structures, 69,* 470 – 481. Ekim 15, 2004. http://www.sciencedirect.com/science/journal/02638223

Shin E. ve Kim S. (Ocak 2000). Finite element analysis of pin – loaded composite laminates by connecting independently modeled subdomains. *Composite Part B: Engineering, 31,* 47 – 56. Ekim 20, 2004. http://www.sciencedirect.com/science/journal/13598368

Shin E. ve Kim S. (Ocak 2000). Failure analysis of composite pin loaded joints. *Composites Structures, 59,* 261 – 266. Ekim 20, 2004. http://www.sciencedirect.com/science/journal/02638223