

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

DÜŞEN AĞIRLIKLIL ÇEKME TESTİ MAKİNASI TASARIMI

BİTİRME PROJESİ

Furkan ŞENTÜRK
Orkun SALMAN
Mert Can GENÇAY

HAZİRAN 2021
TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ**

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

DÜŞEN AĞIRLIKLİ ÇEKME TESTİ MAKİNASI TASARIMI

Furkan ŞENTÜRK

Orkun SALMAN

Mert Can GENÇAY

Danışmanı: Prof. Dr. Hasan GEDİKLİ

Bölüm Başkanı: Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU

Trabzon 2021

ÖNSÖZ

Bu proje çalışması, düşen ağırlıklı bir darbe testi makinasının tasarlanmasını, malzemelerin mekanik özelliklerini belirleme yollarını ve bunlarla alakalı deney sistemleri hakkında bilgileri kapsamaktadır.

Bu çalışmanın yürütülmesinde yönlendirmeleri ve katkılarından dolayı danışman hocamız Prof. Dr. Hasan GEDİKLİ' ye teşekkür ederiz.

Furkan ŞENTÜRK

Orkun SALMAN

Mert Can GENÇAY

Trabzon 2021

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
1. AMAÇ ve KAPSAM	1
1.1. TASARIM PROBLEMİNİN TANIMI.....	1
1.2. TASARIMIN AMACI.....	1
1.3. MEKANİK ÖZELLİKLER HAKKINDA GENEL BİLGİLER	1
1.4. DARBE DENEYİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER	3
2. HAFTALIK ÇALIŞMA PROGRAMI	7
3. MÜHENDİSLİK HESAPLARI VE ANALİZLERİ.....	8
3.1. SPLİT – HOPKİNSON TESTİ.....	8
3.2. DROP TOWER (AĞIRLIK DÜŞÜRME) TESTİ.....	10
4. DARBE GRAFİKLERİ	11
5.DROP TOWER SONUCU ELDE EDİLEN DENKLEMLER	17
6. MALİYET HESABI	19
7. SONUÇLAR	20
8. PARÇA VE MONTAJ ÇİZİMLERİ ve FOTOĞRAFLARI	21
9.ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ.....	31
10. KAYNAKLAR	32

ÖZET

Bu çalışmada, düşen ağırlıklı darbe testi makinası tasarımı yapılmış olup, malzemenin mekanik özelliklerinin belirlendiği bir sistem oluşturulmuştur. Bu sistemin tasarımı ile test edilecek malzemenin orta hız deformasyon özelliklerini belirlemek amaçlanmıştır. Bu özelliklerin belirlenebilmesi için bir makine tasarımı yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Orta hız, Darbe testi, Mekanik özellikler

SUMMARY

In this study, the design of a falling-weight impact test machine was made and a system was created to determine the mechanical properties of the material. The design of this system is intended to determine the medium velocity deformation properties of the material to be tested. A machine design has been made to determine these characteristics.

Key words: medium speed, impact test, mechanical properties

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.4.1.A. Sıcaklık – Kırılma Enerjisi Grafiği (Sayfa 4)

Şekil 1.4.1.C. Karbon Oranı – Dayanım Grafiği (Sayfa 5)

Şekil 1.4.1.D. Geometri – Dayanım Grafiği (Sayfa 6)

Şekil 3.1.A. Split – Hopkinson Test Düzeneği (Sayfa 9)

Şekil 3.2.A. Drop Tower Test Düzeneği (Sayfa 10)

Şekil 4.1.A. Kuvvet – Yer Değiştirme Eğrisi (Sayfa 12)

Şekil 4.2.A. Absorbe Edilen Enerji – Zaman Grafiği (Sayfa 13)

Şekil 4.3.A. Hız – Yer Değiştirme Grafiği (Sayfa 14)

Şekil 4.4.A. Eş Enerji Grafiği (Sayfa 16)

TABLULAR DİZİNİ

Haftalık Çalışma Programı Tablosu (Sayfa 7)

Tablo 6.1. Sistemin toplam maliyeti (Sayfa 19)

1.AMAÇ VE KAPSAM

1.1 Tasarım Probleminin Tanımı

Ağırlık düşürme testleri yaygın olarak kullanılmakla birlikte değişik tasarımlara hizmet etmektedir. Genellikle bir ağırlık grubuna bağlı vurucu uç, belli bir yükseklikten serbest olarak bırakılır. Tekrarlı çarpmayı önlemek için belirli mekanik aksamla donatılırlar.

1.2. Tasarımın Amacı

Çeşitli malzemelerin darbe dirençlerinin belirlenmesi gibi, çarpma anından darbenin enerjisinin sönmüldüğü zamana kadar sayısal ortamda verileri kayıt altına alarak grafiksel sonuçlar gösterebilmek amaçlanmıştır.

1.3. Mekanik Özellikler Hakkında Genel Bilgiler

Malzemeye bir kuvvet etki ettiğinde malzemede gerilmeler meydana gelir. Düşük gerilmeler altında geçici şekil değiştirmeye elastik şekil değiştirme, belirli bir sınırın üstünde yapılan kalıcı şekil değiştirmeye plastik şekil değiştirme denir. Malzemeye etkiyen kuvvet kalktıktan sonra elastik şekil değiştirmede malzeme ilk haline dönerken, plastik şekil değiştirmede ise kalıcı bir deformasyon oluşur.

Malzemelerin mekanik özellikleri şu şekilde sıralanabilir;

- Çekme mukavemeti
- Akma mukavemeti
- Kopma mukavemeti
- Basma mukavemeti
- Eğme mukavemeti

- Yorulma mukavemeti
- Darbe dayanımı
- Sürünme dayanımı
- Kırılma tokluğu
- Elastisite modülü
- Poisson oranı
- Rezilyans modülü
- Kayma modülü
- Tokluk
- Sertlik
- Aşınma dayanımı
- Sürtünme katsayısı
- Süneklik ve gevreklik

Mekanik testler statik ve dinamik yükler altında yapılan deneyler ile uygulanır.

Dinamik yükler altında yapılan deneyler;

- Yorulma deneyi
- Çentik darbe deneyi

Statik yükler altında yapılan deneyler;

- Çekme deneyi
- Basma deneyi
- Eğme deneyi
- Burulma deneyi
- Sertlik deneyi
- Sürünme deneyi

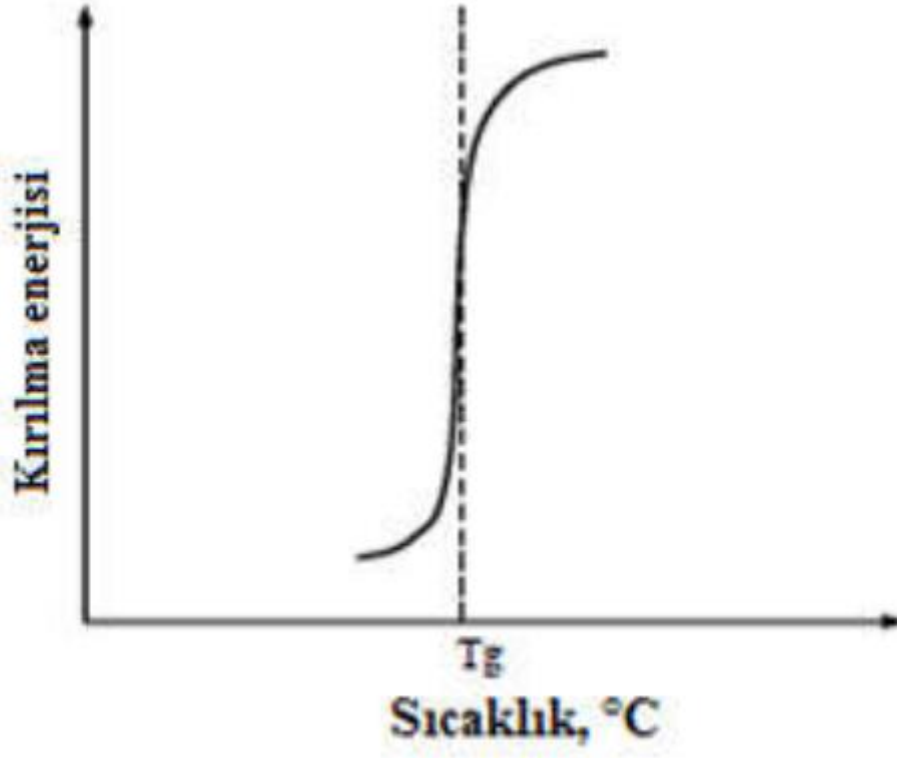
1.4. Darbe Deneyi Hakkında Genel Bilgiler

Bu deneyin amacı, malzemelerin özellikle gevrek kırılmaya uygun şartlardaki mekanik özellikleri hakkında bilgi edinmek ve numunenin dinamik bir zorlama altında kırılması için gerekli enerji miktarını (darbe direncini) belirlemektir.

1.4.1. Darbe Dayanımına Etki Eden Faktörler

A)Sıcaklık

Özellikle metal malzemeler belirli bir sıcaklığın altında gevrekleşir. Bu sıcaklığa geçiş sıcaklığı denir. Ve malzemenin darbe dayanımı önemli ölçüde düşer. Bu sıcaklık her malzemedeki farklı olmakla birlikte, bu sıcaklığın üzerinde malzeme sünekleşir. Böylece çatlak oluşumu ve ilerleyişi zorlaşarak darbe dayanımı artar.



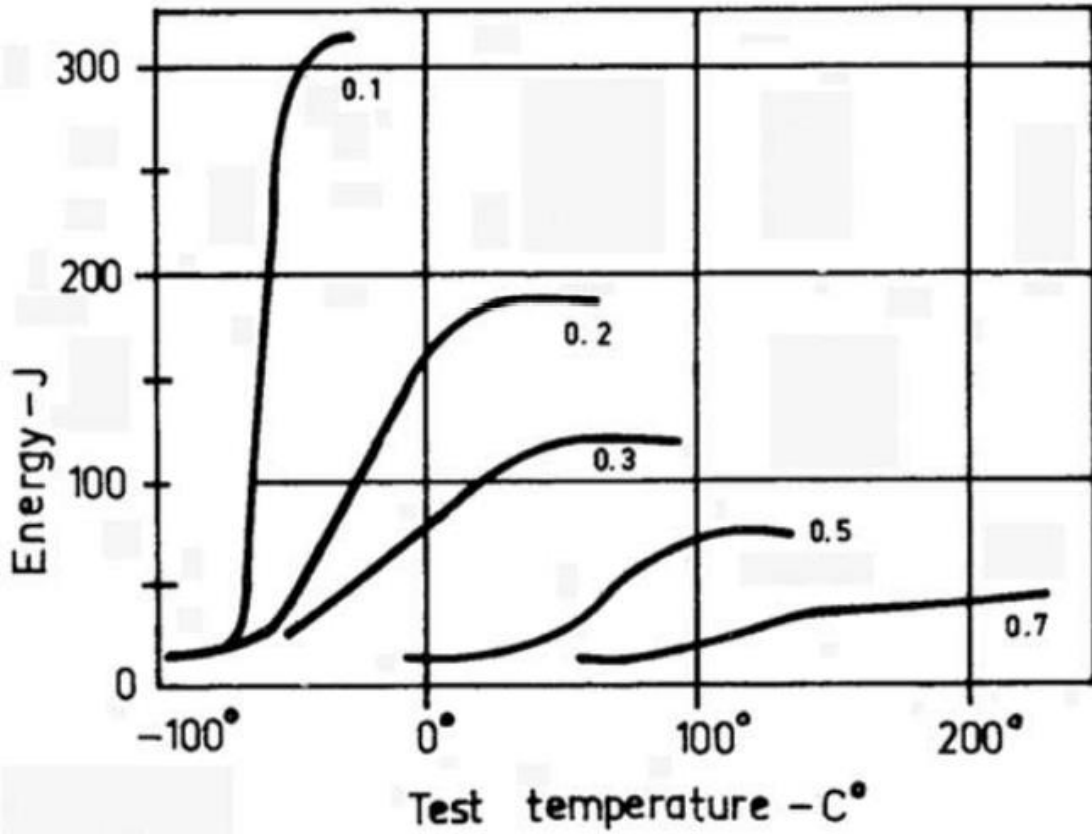
Şekil 1.4.1.A. Sıcaklık – Kırılma Enerjisi Grafiği

B) Tane Boyutu

Tane boyutu arttıkça geçiş sıcaklığı yükselir. Bu yüzden tane boyutu küçüldükçe malzemenin darbe dayanımı artar.

C) Malzemenin Bileşimi

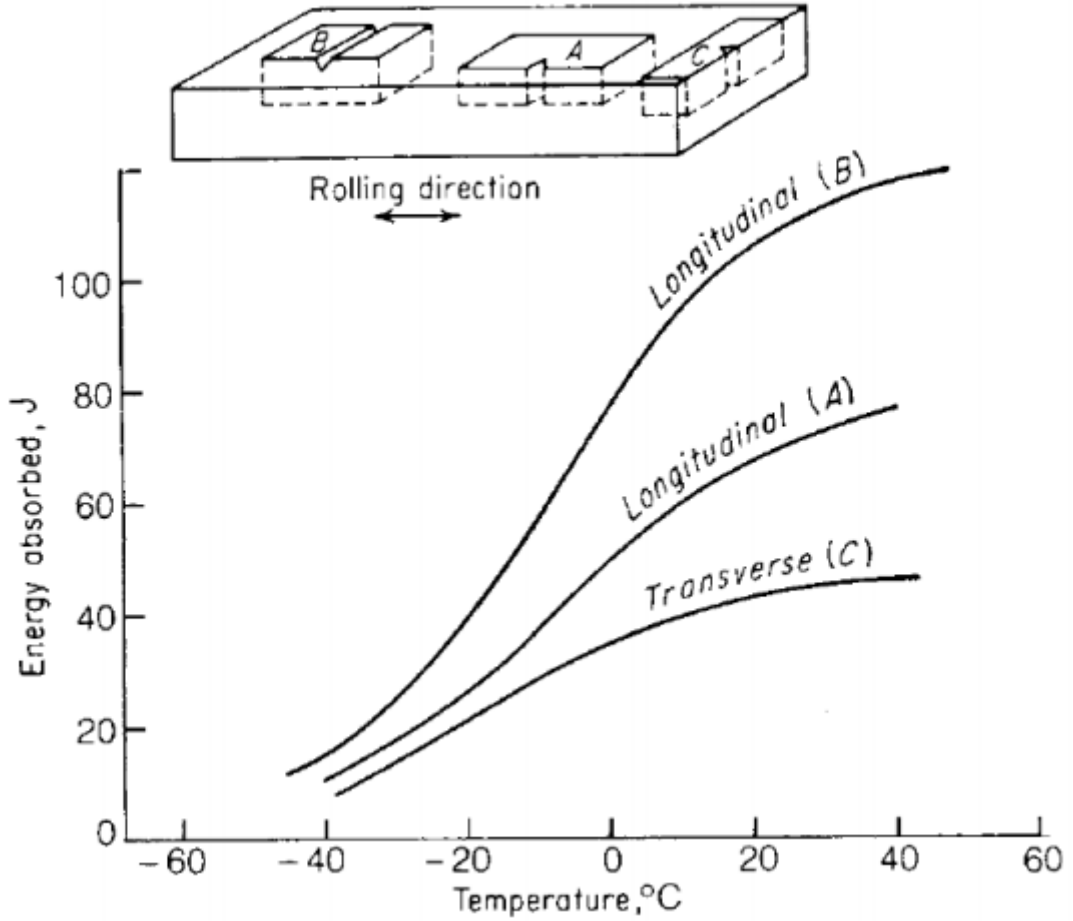
Bazı malzemelerin içindeki bileşim oranları değiştikçe darbe dayanımını etkiler. Örneğin farklı oranlarda çeliğe eklenen karbon farklı dayanım değerlerine yol açabilir.



Şekil 1.4.1.C. Karbon Oranı – Dayanım Grafiği

D) Geometri

Hem mikro hem de makro açıdan bakıldığında numunenin geometrisi darbe dayanımını etkiler. Örneğin haddelenmiş bir numune farklı açılardan teste tabi tutulduğunda farklı sonuçlar verecektir. Ayrıca bal peteği, hegzagonal gibi farklı şekilde tasarlanmış numuneler darbe etkisini bünyelerinde farklı şekilde dağıtacağından aynı malzemeden yapıлып aynı koşullarda test edilse dahi farklı sonuçlar verir



Şekil 1.4.1.D. Geometri – Dayanım Grafiği

2. HAFTALIK ÇALIŞMA PROGRAMI

	Görevler
1. Hafta	Tasarım hakkında araştırma yapıldı ve bilgi toplandı.
2. Hafta	Literatür araştırması.
3. Hafta	Tasarımın üretilebilirlik açısından değerlendirilip, düzenlendi.
4. Hafta	Sistemin çalışma koşulları analizi yapıldı.
5. Hafta	Parçalarla ilgili boyutlandırma yapıldı.
6. Hafta	Parçalarla ilgili boyutlandırma yapıldı.
7. Hafta	Parçalarla ilgili boyutlandırma yapıldı.
8. Hafta	Parçaların malzemeleri belirlendi.
9. Hafta	Tasarımda iyileştirmeler yapıldı.
10. Hafta	Parçanın üretimi için yer analizi yapıldı.
11. Hafta	Proje imalatı.
12. Hafta	Proje imalatı.
13. Hafta	Bitirme çalışması yazımı.

3. MÜHENDİSLİK HESAPLARI VE ANALİZLERİ

Darbe sonucu malzemenin mekanik özelliklerinde bazı deformasyonlar oluşmaktadır. Bunları incelemek için bir takım deney sistemleri vardır. Bunlardan en yaygın olanları Split Hopkinson testi ve Drop Tower (Ağırlık Düşürme) testidir.

3.1. Split – Hopkinson Testi

Hopkinson Basınç Bar (HBB) testi malzemelerin yüksek hız deformasyon özelliklerini ve yapısal denklemlerini belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Uzun çubuklarda tek yönlü elastik dalga geçişi prensibi temel alınarak geliştirilen test metodu ile yüksek hızlarda basma, çekme, kayma ve eğilme testleri yapılabilmektedir.

Hopkinson Testinin Avantajları

Hopkinson testini kullanmanın başlıca avantajları şunlardır:

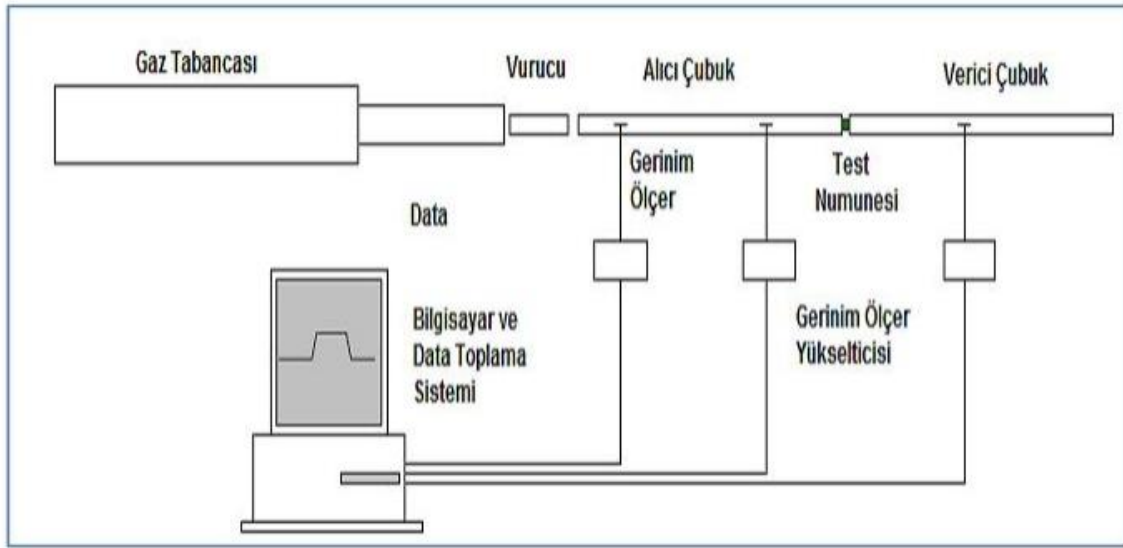
- Bu yöntem çok ekonomiktir.
- Sıcaklık artışı ve değişim koşulları, nominal yükleme koşulları altında kontrol edilebilir.
- Her iki makine de nominal yük koşullarında çalıştığından, yolsuzluk kayıpları göz önünde bulundurulur.
- Büyük makineler, beslemeden fazla güç tüketmeden nominal yükte test edilebilir.
- Farklı yüklerde verimlilik belirlenebilir.

Hopkinson Testinin Dezavantajı

Bu yöntemin en büyük dezavantajı, Hopkinson testini gerçekleştirmek için pratik olarak aynı iki makinenin gerekliliğidir. Bu nedenle, bu test büyük DC makineler için uygundur.

Split – Hopkinson Testinin Yapılışı

Test numunesinin yerleştirildiği giriş ve çıkış değerleri için iki tane çelik barı ve çubuklar üzerinden birim şekil değiştirmenin ölçüldüğü gerinim ölçerlerden oluşmaktadır. Bir gaz tabancası olayı başlatır ve vurucu tetikler. Vurucunun alıcı çubuğa çarpmasıyla oluşan gerilim dalgası sırasıyla, birinci ve ikinci gerilimölçerler aracılığı ile kayıt altına alınır. Gerilim dalgası sonra numuneye geçer ve numune sıkıştırılır. Gerilim dalgasının bir bölümü çekme dalgası şeklinde yansıtılır ve ikinci gerilimölçer tarafından kaydedilir. Dalga enerjisinin bir kısmı numune tarafından yutulur ve kalanı verici çubuğa aktarılır ve üçüncü gerilimölçer tarafından kayıt altına alınır.

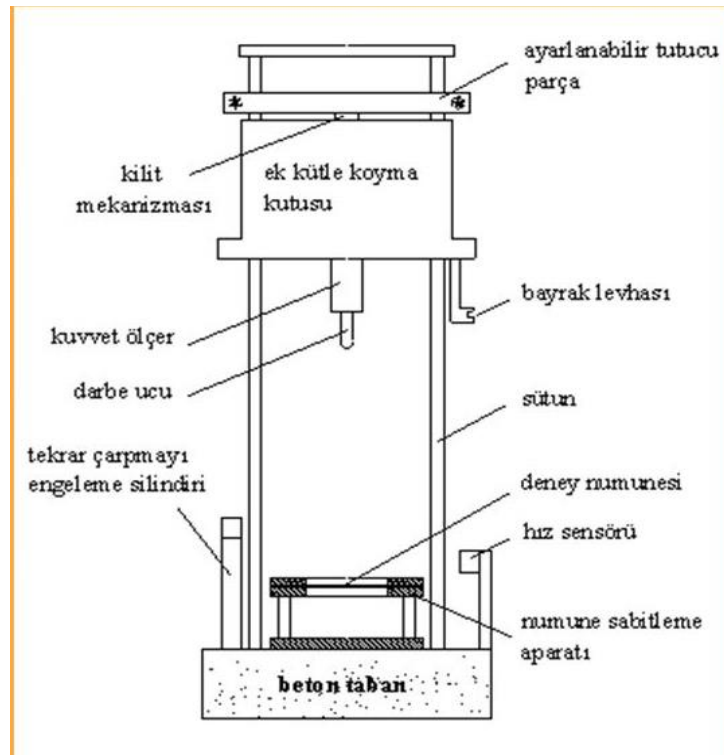


Şekil 3.1.A. Split – Hopkinson Test Düzeneği

3.2. Drop Tower (Ağırlık Düşürme) Testi

Ağırlık düşürme testleri yaygın olarak kullanılmakla birlikte değişik tasarımlara hizmet etmektedir. Genellikle bir ağırlık grubuna bağlı vurucu uç, belli bir yükseklikten serbest olarak bırakılır. Tekrarlı çarpmayı önlemek için belirli mekanik aksamla donatılırlar.

Çeşitli malzemelerin darbe dirençlerinin belirlenebildiği gibi, çarpma anından darbenin enerjisinin sönmüldüğü zamana kadar sayısal ortamda verileri kayıt altına alarak grafiksel sonuçlar gösterebilmektedir.



Şekil 3.2.A. Drop Tower Test Düzenegi

4. DARBE GRAFİKLERİ

Bu deneylerin sonucunda bazı grafikler elde ederiz. Elde ettiğimiz bu grafiklerden malzemenin mekanik özelliklerindeki değişim hakkında bilgiler ediniriz.

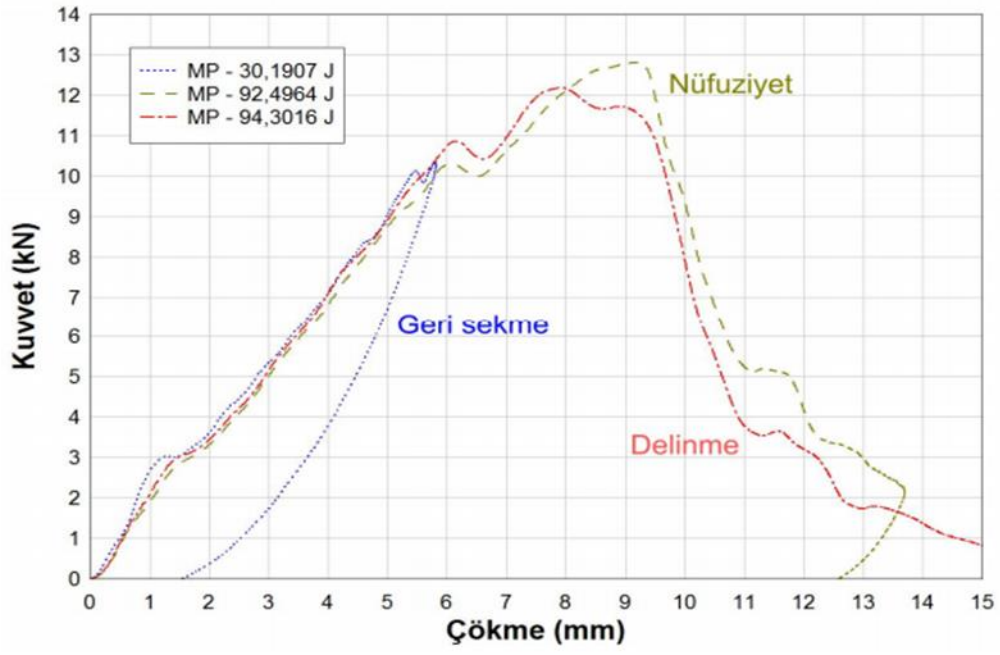
4.1. Kuvvet – Yer Değiştirme (Çökme) Grafiği

Kuvvet-yer değiştirme eğrileri bir darbe testinde malzeme davranışına ilişkin çok önemli ipuçları içerir. Eğrilerin bir bütün olarak grafikte görüldüğü gibi dağa benzeyen bir şekli vardır. Bununla birlikte açık ve kapalı eğri olmak üzere iki tip eğri vardır. Kapalı eğri yük artışı gösteren bir bölüm ile yükleme ve boşalma içeren bir geri dönüş bölümü içerir. Ayrıca artan yükleme bölümünün eğimi kompozit malzemenin darbe yüklemesi altında eğilme rijitliğini gösterir.

Darbe enerjisine bağlı olarak eğrinin tepe noktasından sonraki düşüş kısmı üç farklı şekilde olabilir. Bu darbe ucunun numuneden geri sekmesi ile oluşan geri sekme eğrisi olabilir. Bu kısmı nüfuziyet sonrası geri sekme olabilir. Bu durum delinme ile sonuçlanan açık bir eğri şeklinde olabilir. Eğer inen kısım tamamen delinmiş bir hasara ait ise kuvvet deplasman eğrisi açık eğri olur. Darbe enerjisi düşük olduğu zaman kuvvet-yer değiştirme eğrisi kapalı bir eğri olur. Yani geri sekme sonucu kuvvet ve yer değiştirme azalır ve eğri başlangıç noktasına yakın bir noktaya gelir.

Darbe enerjisinin artmasıyla kuvvet maksimum noktaya yükselir bu noktaya pik kuvvet denir. Kısmi hasarlı dolayısıyla kısmi geri sekmeli durumlarda grafiğin iniş kısmında geri sekme olana kadar yer değiştirmenin arttığı görülür. Darbe enerjisinin artmasıyla hasarlı kısım daha çok artar ve geri sekme gitgide düşer. Bu durum grafikte nüfuziyet eğrisinde görülebilmektedir. Darbe enerjisi iyice arttığında eğri açık eğriye dönüşür, yer değiştirme maksimuma ulaşır ve geri sekme gözlenmez. Bu durum grafikte delinme eğrisinde görülmektedir.

Nüfuziyet eğrisinde görüldüğü üzere eğrinin son ucu delinme eğrisine yakındır bu durum delinmeye yakın bir nüfuziyet olduğunu gösterir. Ayrıca bu eğrilerin altında kalan alan darbe süresince yutulan enerjiye karşılık gelmektedir.

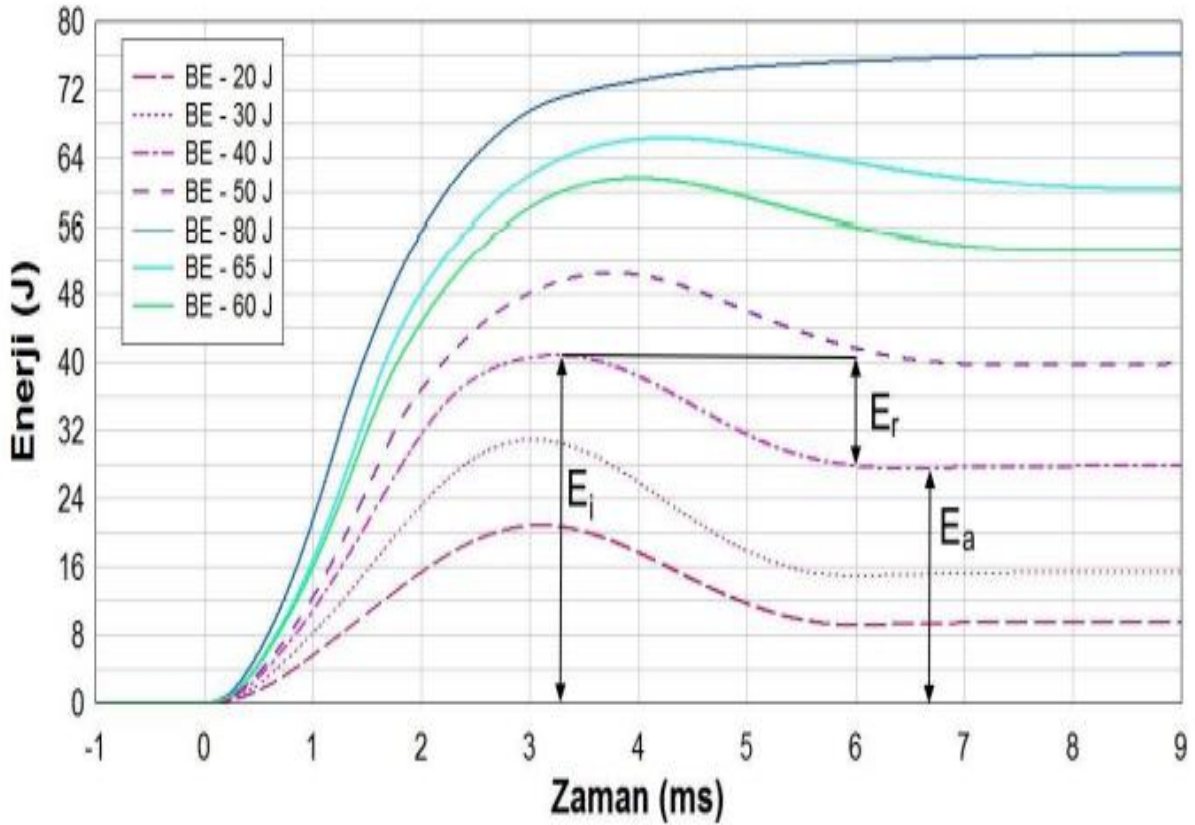


Şekil 4.1.A. Kuvvet – Yer Değiştirme Eğrisi

4.2. Absorbe Edilen Enerji – Zaman Grafiği

Darbe olayının sonunda vurucudan numuneye geçen enerji miktarı, numuneye en fazla hasarı veren enerjiye kadar artar. Grafikte görüldüğü üzere her bir eğri önce artmakta daha sonra ulağtığı maksimum değerden azalarak sabit bir değere ulağıp yatay bir yol izliyor. Bu ulağılan maksimum nokta darbe enerjisini (E_i) vermektedir.

Yatayda ulağtığı sabit nokta ise absorbe edilen enerjiyi (E_a) göstermektedir. Bu ikisi arasındaki fark geri sekme enerjisini (E_r) göstermektedir.

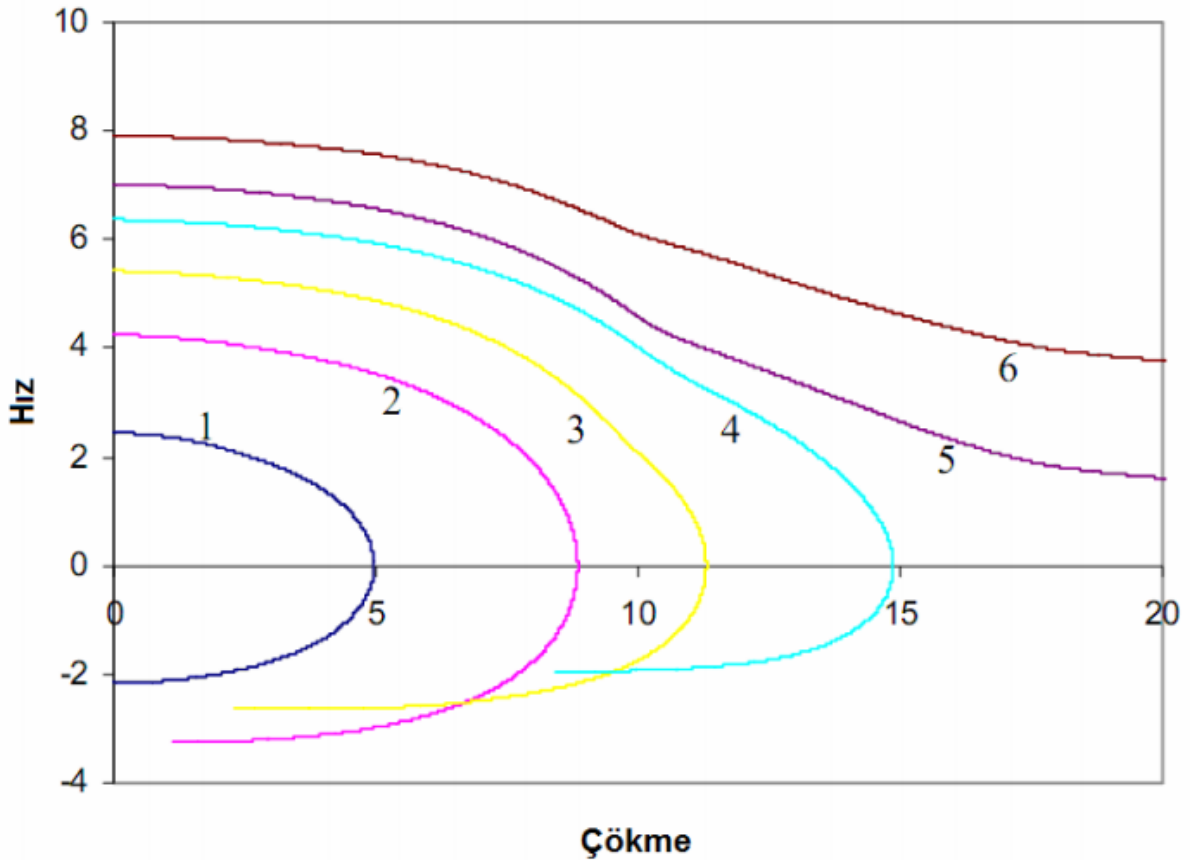


Şekil 4.2.A. Absorbe Edilen Enerji – Zaman Grafiği

4.3. Hız – Yer Değiştirme (Çökme) Grafiği

Grafikte farklı enerjiler için vurucunun hız – yer değiştirme (çökme) grafiği görülmektedir. Şekilden görüldüğü gibi hızın en yüksek olduğu anda numune ile vurucu arasında temas başlamıştır. Hız büyüklüğünün parabolik bir şekilde azalarak sıfıra ulaştığında yer değiştirme maksimum noktaya ulaşmaktadır. Bununla birlikte 1, 2, 3 ve 4 eğrilerinde negatif hız değerleri çarpma ucunun maksimum yer değiştirmeden sonra geri dönüşü (geri sekme) göstermektedir.

5 ve 6 eğrileri kısmi ve tam delinme durumunu göstermektedir. Bu durumlara göre grafikte görüldüğü üzere geri sekme hızı – darbe hızı oranı, darbe enerjisinin artışı ile düşmektedir. Başka bir deyişle bu oran numunede oluşan hasarın artışı ile düşmektedir. Bu oran 0 ile 1 arasında bir değere sahip olmalıdır. Küçük enerjiler için bu durum grafikte 1 numaralı eğriden de görüldüğü gibi 1'e yakın olmalıdır.



Şekil 4.3.A. Hız – Yer Değiştirme Grafiği

4.4. Eş Enerji Grafiği

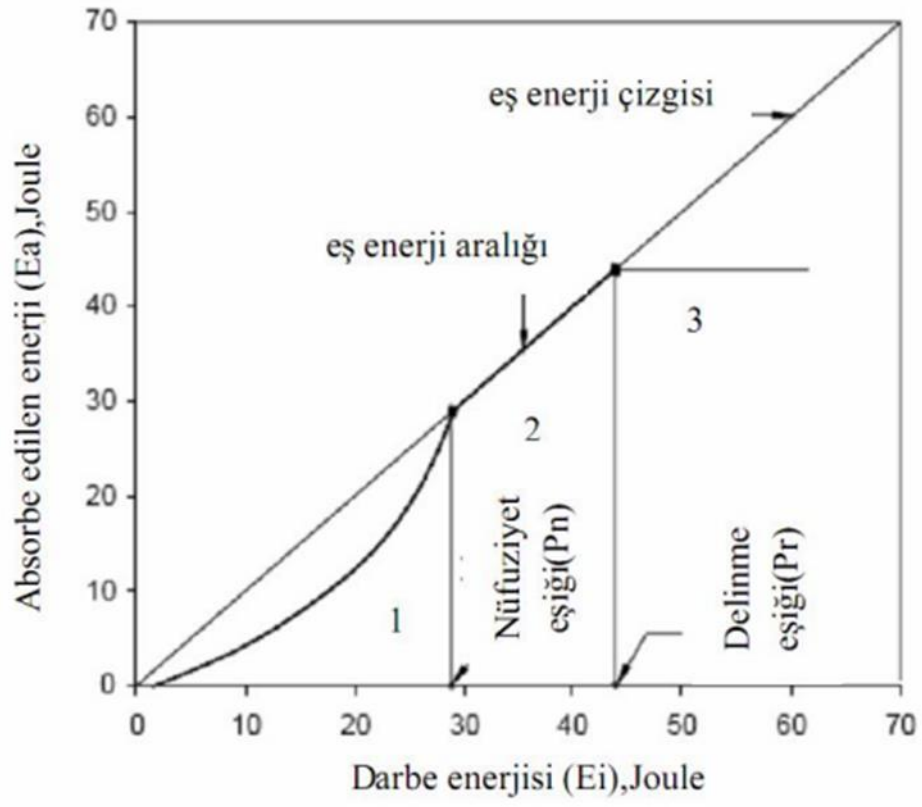
Darbe enerjisi (E_i) ve absorbe edilen enerjidir (E_a). Darbe enerjisi çarpan uç tarafından numuneye aktarılan enerji olarak, absorbe edilen enerji ise darbe enerjisinin numune tarafından deformasyonlar yolu ile yutulan kısmı olarak tanımlanabilir.

Bu iki parametre arasındaki ilişkiyi gösteren grafik enerji profil diyagramı olarak adlandırılmıştır. Enerji profili diyagramı ile kuvvet-yer değiştirme (çökme) eğrilerini ve hasarlı numuneleri bir arada karşılaştırarak incelemek hasar mekanizmalarının tespitinde önemli avantajlar sağlar. Bu enerji profili diyagramının şeklini çarpan uç ve numune ile ilişkili bir takım parametreler belirler. Diyagram genel olarak 3 ana bölgeye ayrılabilir.

1.Bölge: Çarpan ucun numuneye saplanmadığı, çarpma sonrası geri sıçramanın gerçekleştiği bölgedir. Bu bölgede eş enerji çizgisi ile deney verileri arasındaki fark yutulmayan artık enerjiye karşılık gelmektedir.

2.Bölge: Çarpan ucun numuneye nüfuz etmeye başladığı ve darbe enerjisi değerine bağlı olarak farklı derinlikte numuneye saplanıp kaldığı aralıktır. Bu bölgede darbe enerjisinin tamamına yakını numune tarafından yutulduğu için deney verileri eş enerji çizgisinin neredeyse üzerinde yer alırlar.

3.Bölge: Bu bölgede çarpan uç delinme eşiğinden daha büyük bir enerjiye sahiptir. Bu bölgede darbe enerjisinin arttırılması meydana gelen hasar miktarını çok fazla değiştirmeden yutulan enerji miktarı hemen hemen sabit kalmaktadır.



Şekil 4.4.A. Eş Enerji Grafiği

5.DROP TOWER SONUCU ELDE EDİLEN DENKLEMLER

t anındaki bileşke kuvvet $F(t)$ ve t anında numune tarafından vurucuya uygulanan kuvvet $f(t)$;

$$F(t) = mg - f(t)$$

t anındaki vurucunun ivmesi $a(t)$ ve vurucunun kütlesi m ;

$$a(t) = \frac{F(t)}{m}$$

t anındaki vurucunun hızı $v(t)$ ve çarpma hızı V_{imp} ;

$$v(t) = v_{imp} + \int_0^t a(t) dt$$

Yer değiştirme (çökme);

$$\delta_t = \int_0^t v(t) dt$$

Enerji prensiplerine göre, toplam enerji $E(t)$, vurucunun t anındaki kinetik enerjisi $E_k(t)$ ve potansiyel enerjisi $E_p(t)$;

$$E(t) = E_k(t) + E_p(t) + E_a(t) = \text{sabit}$$

$t = 0$ anında, $v(0) = 0$ ve $E_a = 0$ olduğundan denklemdeki sabiti aşağıdaki gibi hesaplayabiliriz;

$$E(0) = K(0) = \text{sabit}$$

Buna göre enerji denklemi yeniden yazılırsa,

$$E_a(t) = K(0) - K(t) - V(t)$$

veya

$$E_a(t) = \left(\frac{m}{2}\right) - (v^2 \text{imp} - v^2(t)) - mg\delta(t)$$

- Kuvvet-zaman grafiği: Numunenin vurucu uca uyguladığı tepki kuvvetinin zamanla değişimini veren grafiktir.
- Hız-zaman grafiği: Farklı darbe enerjilerinde hızın zamanla değişimini veren grafiktir.
- Kuvvet-yer-değiştirme grafiği: Temas kuvvetine göre numunedeki yer değiştirmeyi veren grafikten yutulan enerjiyi de görülebilir.
- Enerji-zaman grafiği: Darbe enerjisini ve yutulan enerjiyi veren grafiklerdir.

6. MALİYET HESABI

Sistemin toplam maliyeti tabloda gösterildiği gibidir.

Donanım	Özellik	Fiyat
Üst Plaka	Ø140 mm L=20 mm	50 TL
Yataklı Tutucu Plaka (2 adet)	Ø140 mm L=20 mm	100 TL
Tutucu Plaka	Ø140 mm L=25 mm	50 TL
Sabitleyici Çubuk (3 adet)	Ø20 mm	90 TL
Hareketli Çubuk (3 adet)	Ø20 mm	90 TL
Numune Tutucu (2 adet)	Ø30 mm	60 TL
Yataklama Elemanı (6 adet)	Ø32 mm L=3 mm	80 TL
Grip (Sabit) (2 adet)	Ø20 mm L=8,5 mm	40 TL
Grip (2 adet)	Ø20 mm L=10 mm k=2 mm	40 TL
	Toplam	600 TL

Tablo 6.1. Sistemin toplam maliyeti

7. SONUÇLAR

Bu çalışmada, malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi için yapılan deney yöntemlerinden biri olan Drop Tower (Ağırlık düşürmeli darbe testi deneyi) hakkında gerekli araştırmalar yapılmış ve bu yönteme uygun bir makina tasarlanmıştır.

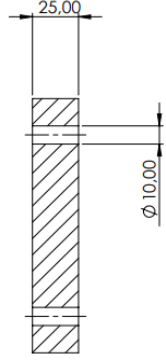
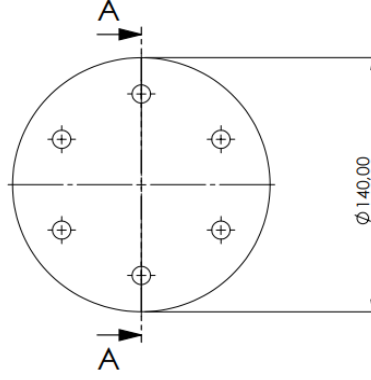
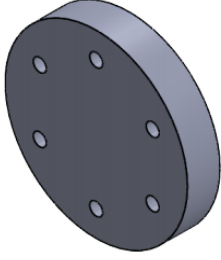
Makina tasarımında birçok kaynaktan faydalanılmış olup en uygun tasarımın yapılması amaçlanmıştır. Test uygulanacak malzemeye orta hızlarda bir darbe vurulduğunda numunenin mekanik özelliklerinde nasıl bir değişim yaşandığı hakkında bilgi alımı sağlanmıştır.

Mekanik özelliklerdeki değişim hakkında bilgi toplanırken, bu değişimin saptandığı deney sistemleri olan Split – Hopkinson ve Drop Tower (Ağırlık düşürmeli darbe testi) üzerinde geniş çaplı araştırmalar yapıp bilgi kazanımı sağlanmıştır.

Çalışmalarımız süresince bizden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen Sn. Prof. Dr. Hasan GEDİKLİ' ye teşekkür ederiz.

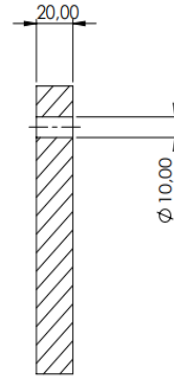
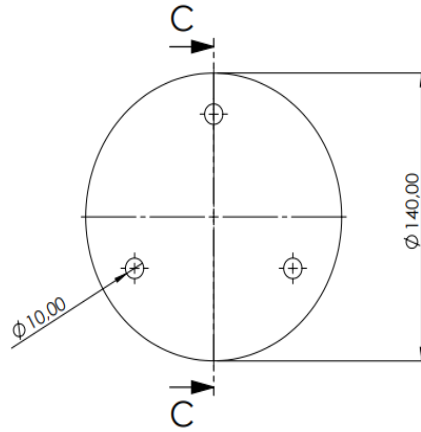
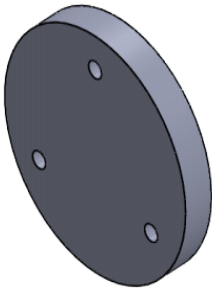
8. PARA VE MONTAJ IZIMLERİ

A) Tutucu Plaka



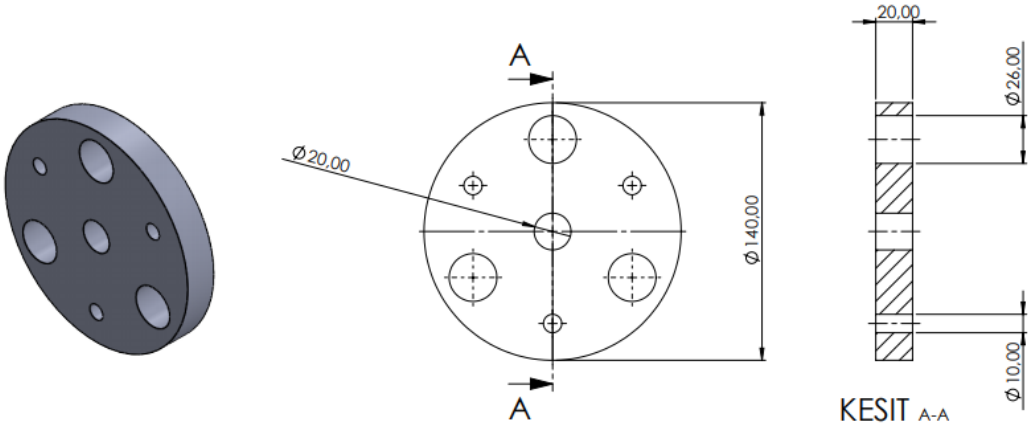
KESİT A-A

B) Üst Plaka

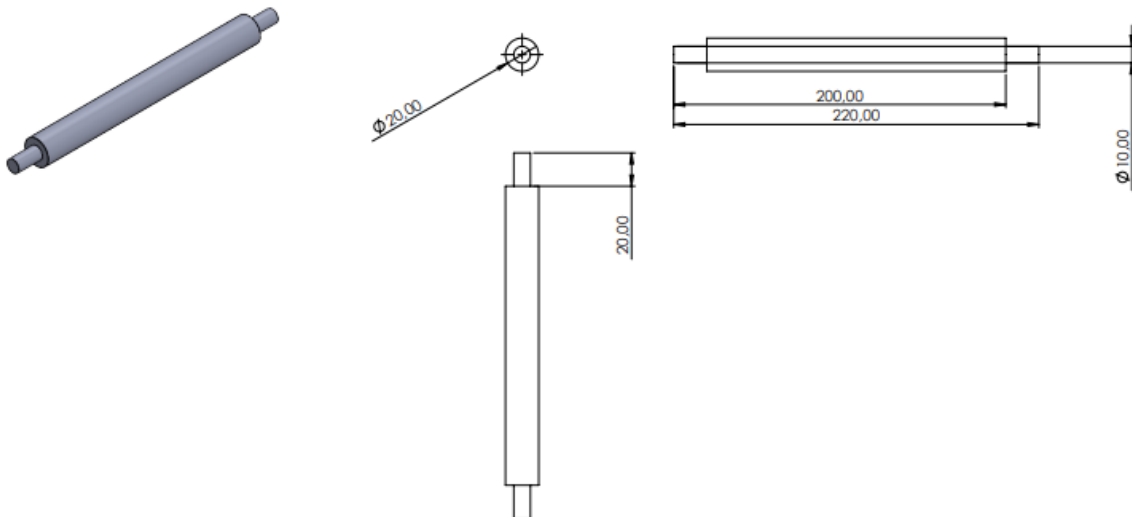


KESİT C-C

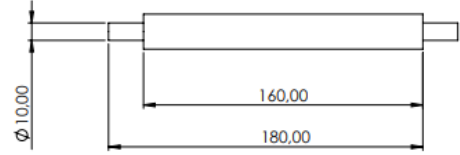
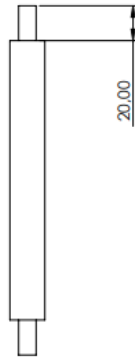
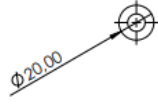
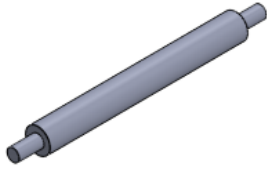
C) Yataklı Tutucu Plaka



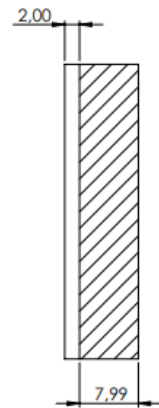
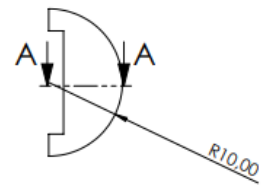
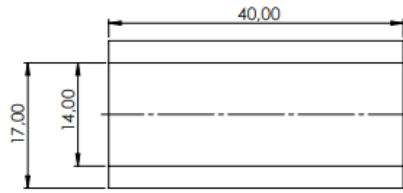
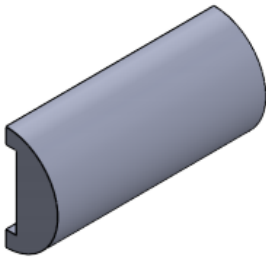
D) Hareketli Çubuk



E) Hareketli Çubuk

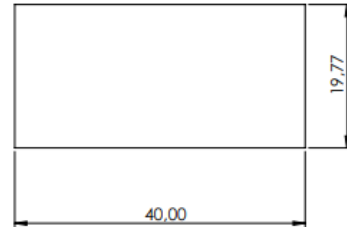
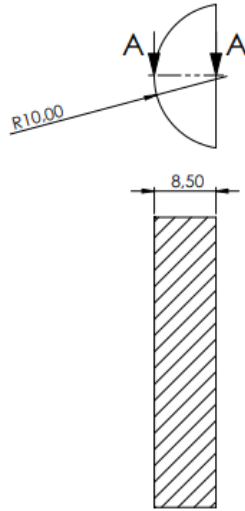
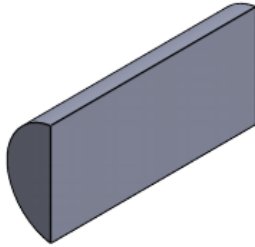


F) Grip



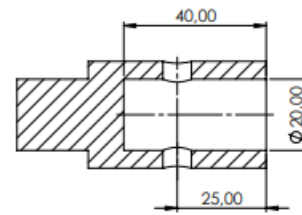
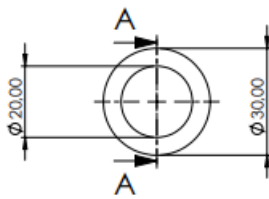
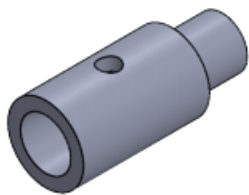
KESIT A-A

G) Grip (Sabit)

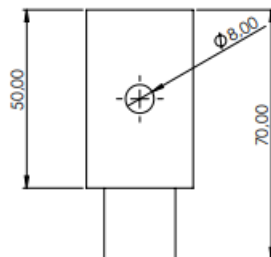


KESIT A-A

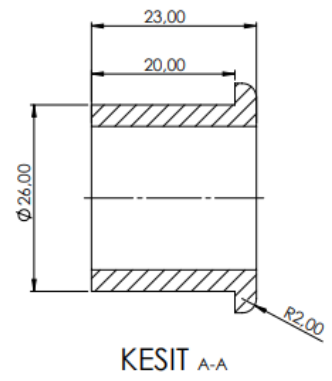
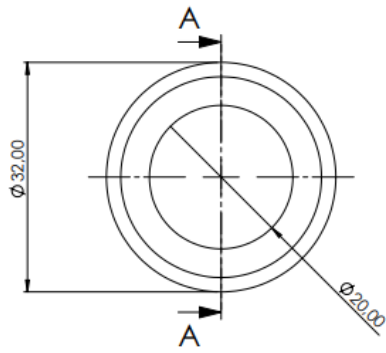
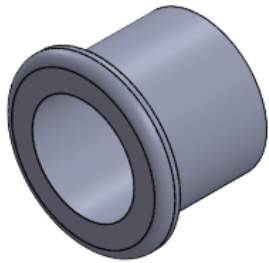
H) Numune Tutucu



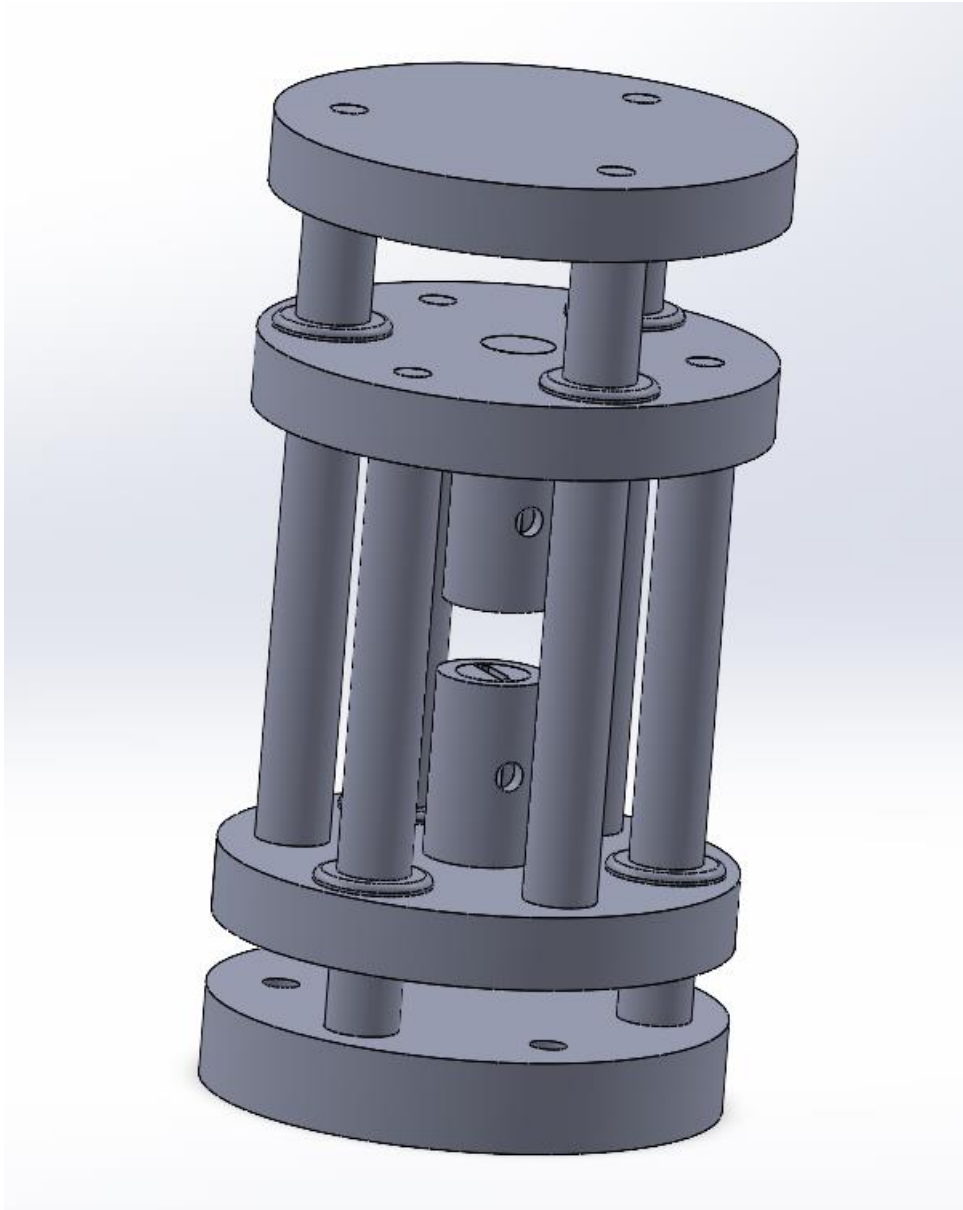
KESIT A-A

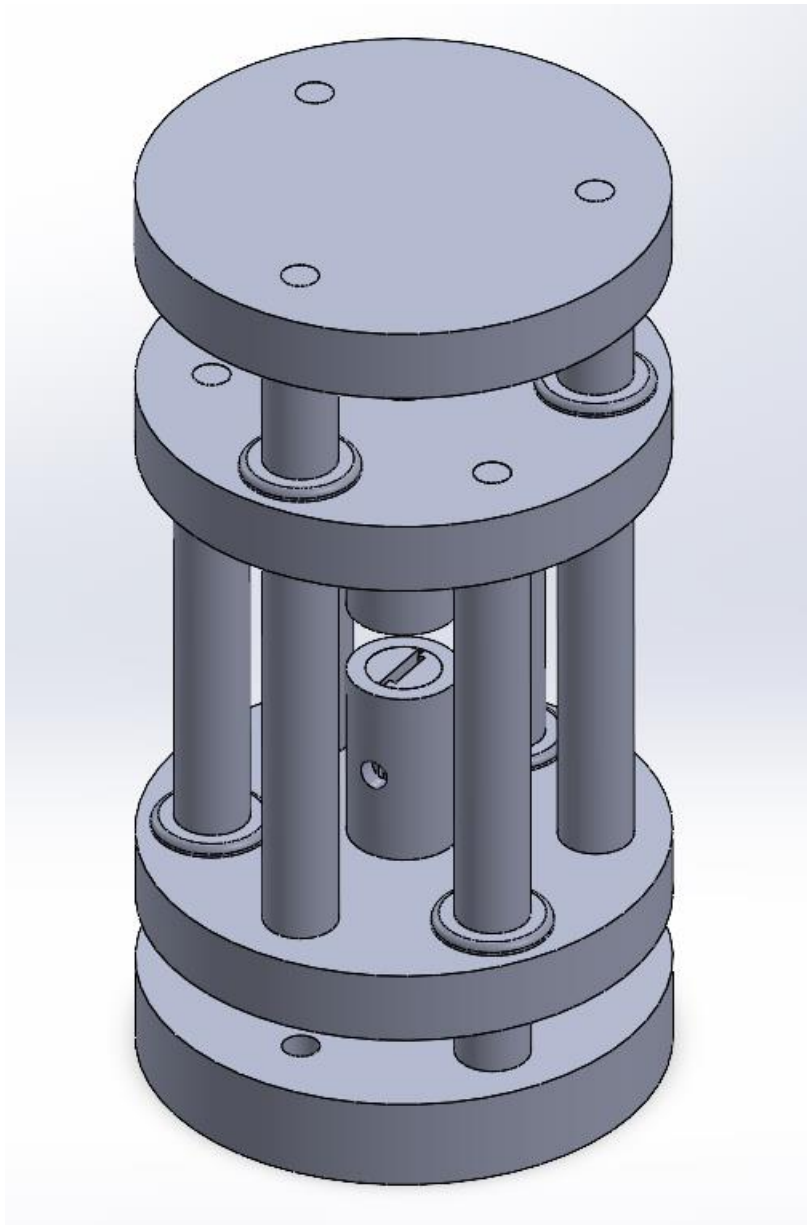


İ) Yataklama Elemanı



J) Montaj









8.ÇEVRESEL ETKİ DEĞERLENDİRMESİ

Proses Emniyeti: Uygulama açısından ısı girdisi çok fazla olmadığı için gayet kolay uygulama avantajı için oldukça güvenli bir prosestir.

Çevre Dostu Proses: Proses esnasında ortaya herhangi bir zehirli gaz veya kimyasal reaksiyon gösterecek ürün çıkmaması sebebi ile tamamen doğa dostu bir prosestir.

Kısacası tasarım insan yapımı parça ve malzemeleri test yapmak için kullanıldığından dolayı insan sağlığını korumak, parçaları daha güvenli hale getirmek amacı ile yapılmıştır.

Çubuklar arası mesafe numune yerleştirilebilecek kadar geniş, insan eli sığmayacak kadar küçük olarak tasarlanıp üretilmiştir. Çalışması sırasında herhangi olumsuzluk oluşturabilecek durum söz konusu değildir. Tasarlanan sistemle birlikte malzemelerin dayanımı ölçülecek olup daha sağlam, daha uzun ömürlü, daha güvenilir ürünler elde edilmesi hedeflenmiştir.

9. KAYNAKLAR

1. Ağır, İ., 2012: “ Kıvrımsız Dikişli Cam Elyaf Kumaşlardan Üretilen Kompozit Plakların Darbe Davranışının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
2. R.C. Hibbeler - Dinamik kitabı. Metrik Baskı. Türkçe
3. Makine Resmi (Temel Bilgiler), İbrahim Zeki Şen-
Nail Özçilingir
4. Malzeme Bilimi ve Malzeme Muayenesi, 8. Basım, Temel Savaşkan

URL-1 <http://www.innoma.com.tr/mekanik-testler/>

URL-2 <https://www.relinc.com/split-hopkinson-bar-kolsky-bars/split-hopkinson-bar/>

URL-3 <https://www.eurolab.com.tr/sektorel-test-ve-analizler/elektriksel-testler/mekanik-testler>