

Çeliklerin Çalışma Ortamlarının Mekanik Özelliklerine Etkisi

Hamit ADIN

Batman Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Batman.
hamit.adin@batman.edu.tr

Özet

Çelik seçiminde temel etmen mekanik özelliklerdir. Yapının ihtiyaçlarını ve uygun çelik türünün belirlenmesi mühendislerin temel görevidir. Geçmiş çalışmalarda, mekanik özelliklerin malzemelere has olmasına rağmen kimyasal ortamların mekanik özellikleri etkilediği görülmüştür. Çeliklerin kullanım alanlarının genişliği nedeniyle ortama uygun çeliğin seçimi çok önemlidir. Bu çalışmada St37, St60 ve civa çeliği olarak adlandırılan üç tip çeliğin mekanik özelliklerine farklı kimyasal ortamların etkisi incelenmiştir. ASTM E-8 standardına göre hazırlanan çekme numuneleri H₂SO₄, KOH, NaOH, makine yağı ve saf su içerisinde bekletilmiştir. İkinci aydan başlayarak her ay üç numune için çekme testleri yapılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde mekanik özelliklere en çok etki eden ortamın H₂SO₄ olduğu görülmüştür. Ortamdan en az etkilenen çelik türü ise civa çeliğidir.

Anahtar Kelimeler: Çalışma Ortamı, Civa Çeliği, Çekme Deneyi

The effects of mechanical properties of working environment of the steels

Abstract

Mechanical properties of steel are main features in selecting steel. Determining the needs of a structure and choosing suitable steel type of steel is basic mission of an engineer. Previous studies showed that although mechanical properties are specific to materials, chemical environments can change mechanical properties. Since steel is used in many applications in different environments, selection of suitable steel type is very important. In this study, the effect of environment on mechanical properties of three different types of steel named as St37, St60 and mercury steel was investigated. Tension samples according to the ASTM E-8 were stored in H₂SO₄, KOH, NaOH, machine oil and water. Tension tests were carried out for three samples after second month. According to the results, H₂SO₄ is most affective environment on mechanical properties. However, mercury steel is the least affected steel type from environment.

Keywords: Working environment, mercury steel, tension test

1. Giriş

Çelik, demir elementi ile %0,2-2,1 oranlarında değişen karbon miktarının bileşiminden meydana gelen bir alaşımdır[1]. M.Ö. birinci bin yılında Anadolu'da kılıçların bulunması ve Hindistan'da cerrah aletlerine bakarak, bu dönemde kullanıldığını söylemek mümkündür. Çelik sanayi üzerinde ilk yöntemler, 18. yüzyılda ve 21. yüzyılda ortaya konmuştur. 1970'te Benjamin Huntsman'ın potadan eritme yöntemini bulması, 1955 yılında Henry Bessemer'in ve Sydney Thomas'ın deşirtirgeçte arıtma sistemini bulmaları, Pierre Martin ve William Siemens 1856-1864 yılında tabanda hazırlama yöntemini kullanmaları, çelik üzerinde gelişimi gösterir.

Çeliğin hazırlanışı; yüksek fırından çıkan fontun (dökme demir) arıtılmasıyla hazırlanır. Dökme demirden atılmak istenilen elementler seçmeli yükseltmesine dayanır.

Kükürt çok zararlı olduğu için ilk aşamada, dökme demir sülfürden arındırılır ve sonrasında dökme demirin arıtılması iki evrede gerçekleşir. Dökme demirdeki karbon, magnezin ve fosfor yükseltmesi ve cüruftan dışarı atılmayan oksitini yüzdesini düşürür.

Çelik seçimindeki temel etmenlerin başında çelik özellikleri gelir. Çelik seçimi, uygulamanın gerektirdiği özellik değerlerini karşılayacak en uygun çeliği bulma işidir. Çelik seçimi özelliklere bağımlı olduğundan tasarımda mühendisin öncelikle yapması gereken, tasarımını yaptığı parçanın çelik seçimi için, uygulamanın gereksinimlerini belirlemektir. Bunlar belirlendikten sonra, aranan çeliklerin özellikleri ile diğer etmenler karşılaştırılarak en uygun çelik seçilmeye çalışılır. Çelik seçiminde öncelikle ve de en çok değerlendirmeye giren özellikler mekanik özelliklerdir. Bir makine mühendisi yaptığı tasarım için malzeme seçerken, kimyasal, termal, ekonomik özellikleri de göz önünde bulundurmalıdır[2]. Ayrıca akışkan içinde bulunan çelikler korozyona da maruz kalmaktadır. Genel anlamda korozyon, metal ve alaşımlarının çevreleri ile kimyasal ve elektrokimyasal tepkimeleri sonucu bozunumlarıdır. Kimyasal korozyon, metal ve alaşımların gaz ortamlar içindeki oksitlenmeleridir. Metal ve alaşımların sulu ortamlar içindeki bozunumları ise elektrokimyasal veya ıslak korozyon olarak adlandırılır[3]. Çıplak gözle görülebilen korozyon türleri; eşit dağılımlı korozyon, çukur korozyonu, çatlak-yarık korozyonu ve galvanik korozyon şeklinde dört farklı gruba ayrılır[4].

Çekme deneyinin amacı; malzemelerin statik yük altındaki elastik ve plastik davranışlarını belirlemektir[5]. Tasarım işinde kullanılan çeliklerin dayanım ve süneklik değerleri çekme deneyinden elde edilir. Çeliklerin uygulamadaki davranışlarını, çekme deneyinden elde edilen bu tür özellik değerlerinden kestirmek olasıdır. Makina ya da yapı tasarımında kullanılan bir parçanın çekme deneyinden elde edilmiş dayanım ve süneklik ya da uzama değerleri, gerçek uygulama koşullarında karşılaşılan yük ve süneklik değerlerine çok yakın bulunur. Bu nedenle, tüm çelik tasarımlarında çeliklerin sünek davranışı çelik tasarımının olağan ve doğal bir yanı gibi görülür. Fakat bazı yükleme koşulları altında çelikler gevrek davranış da gösterip beklenmedik kırılmalara yol açabilirler, işte bu davranış biçimlerine ışık tutan en yaygın ve belki de en yararlı deney çekme deneyidir.

Çeliklerin mekanik özelliklerine, içerdiği karbon miktarı ve alaşım elementlerinin yanı sıra çalıştığı ortam ve yükleme şartları da etki etmektedir. Çeliklerin temel alaşım elementi olan karbon, çeliklerin üretim işlemleri sırasında yapıdaki yerini alır. Karbon

miktarı, çeliklerin mekanik özelliklerini en çok etkileyen faktördür. Karbon, çeliğin akma ve çekme mukavemetini artırır, yüzde uzamayı, şekillenebilirliği ve kaynak kabiliyetini azaltır [6].

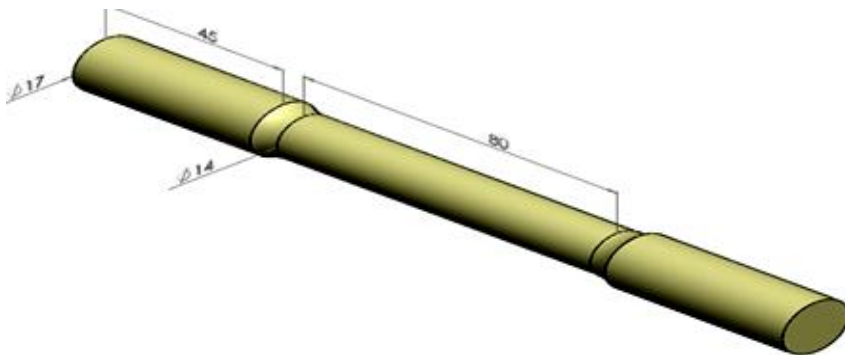
Bütün metal yapılar doğal çevrede belli derecelerde korozyona uğrar. Demirin ve çeliğin yapısal korozyonu, metal gerektiği ölçüde korunmazsa hızla ilerler[7].

Bu çalışmada malzeme olarak kullanılan yapı çeliğinin bileşiminde yüzde olarak 0,40 karbon, 0,05 fosfor, 0,05 ve civa çeliğinde yüzde olarak 1,25 karbon, 0,3 silisyum, 0,4 mangan, 0,03 fosfor, 0,03 kükürt, 0,8 krom ve 0,12 vanadyum vardır. Kullanılan alaşım elementleri malzemenin mekanik değerlerine doğrudan etkimesinin yanı sıra çalışma ortamında bulunan diğer element ve bileşiklerle girdiği kimyasal reaksiyon sonucu oksitlenme ve korozyon gibi olumsuz etkenlere sebep olmaktadır. Bu çalışmada yüklenme şartlarının aynı kalması durumunda çalışma ortamının malzemenin mekanik değerlerine olan etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Method

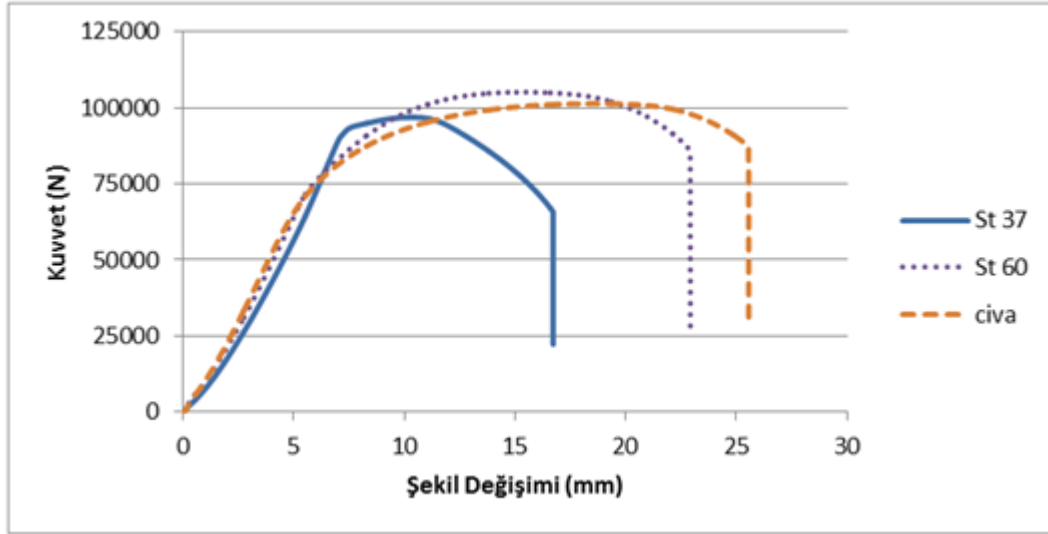
ASTM E-8 standardına göre hazırlanan çekme numuneleri sülfirik asit (H_2SO_4), sodyum hidroksit (NaOH), potasyum hidroksit (KOH) ve makine yağı ve saf su içerisinde bekletilmiştir. Çalışmada kullanılan çekme numunesi boyutları Şekil 1’de verilmiştir.

Batman Endüstri Meslek Lisesi Atölyesinde hazırlanan çekme numuneleri Batman Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Mekanik Laboratuvarında bulunan 250 kN kapasiteli Schimadzu marka Universal Test Cihazı ile oda sıcaklığında, %50 nem durumunda ve 1 mm/dk çekme hızında çekme deneylerine tabi tutulmuştur.



Şekil 1. Çekme numunesinin boyutları

Şekil 2.'de üç çelik için elde edilen Kuvvet-Şekil Değişimi eğrileri verilmiştir.



Şekil 2. Ortamlara yerleştirmeden önce malzemelerin Kuvvet-Şekil Değişimi eğrileri

Malzemelere çalışma ortam etkilerinin incelenmesi amacıyla makine yağı, saf su, kütlece %50 derişimde H_2SO_4 -saf su çözeltisi, kütlece %50 derişimde KOH-saf su çözeltisi ve kütlece %50 derişimde NaOH-saf su çözeltisine yerleştirilmiştir. Farklı ortamlara konulan numuneler Şekil 3'te verilmiştir.

Numuneler yerleştirildikleri ortamlardan 2. aydan itibaren her bir ay geçtikçe çıkarılmış ve çekme testine tabi tutulmuştur. Çekme testi sonucunda malzemelerin mekanik özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Universal Test Cihazına bağlanmış bir numune Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Farklı ortamlarda bekeletilen numuneler



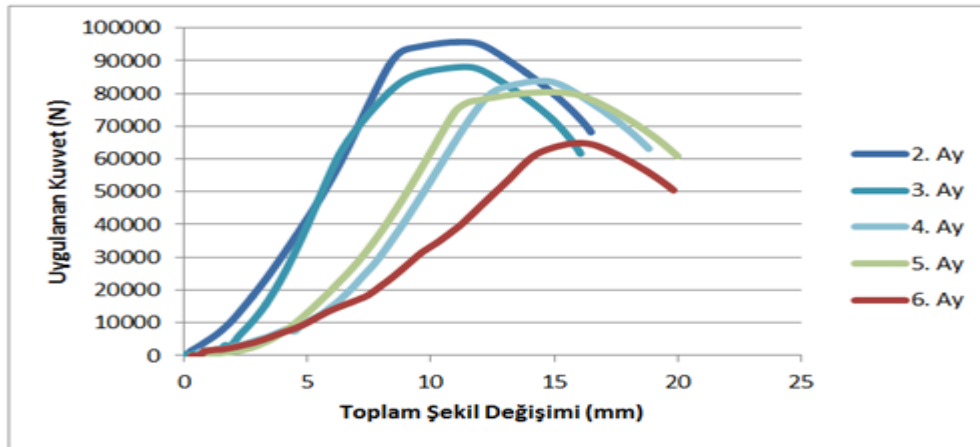
Şekil 4. Universal test cihazına bağlı bir numune

3. Sonuçlar

3.1. H₂SO₄ Etkisi

3.1.1. St37 Çeliği

St37 çeliği, akma dayanımı 220 MPa ve çekme dayanımı 362,85 MPa olan ve makine konstrüksiyonlarında sıklıkla kullanılan bir çelik türüdür. Birinci planda çekme dayanımları ve akma sınırı değerleri göz önünde tutularak, örneğin çelik konstrüksiyon, köprü yapımı, basınçlı kap ve donanımları, taşıt yapımı ve makine konstrüksiyonlarında kullanılmaktadır[8]. H₂SO₄ içerisinde bekletildikten sonra 2. aydan başlamak üzere her ay üç numune çıkartılarak çekme deneyine tabi tutulmuştur. Numunelerin aylara göre Uygulanan Kuvvet-Şekil Değişimi grafikleri üç numunenin değerlerinin aritmetik ortalamaları alınarak Şekil 5'te verilmiştir.

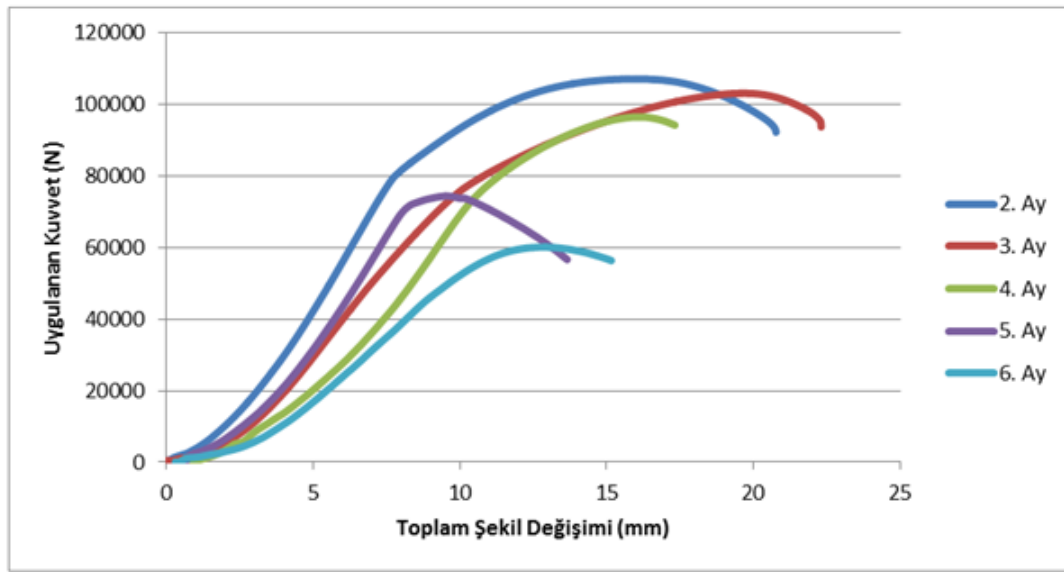


Şekil 5. H₂SO₄ içerisinde bekletilen St37 çeliğine ait Çekme kuvveti-Şekil değişimi diyagramı

Şekil 5 incelendiğinde 2. ay çıkartılan numunelerin ortalama hasar yükünün 95722 N, 3. ay çıkartılan numunelerin ortalama hasar yükünün 88090 N, 4. ay çıkartılan numunelerin ortalama hasar yükünün 83828 N, 5. ay çıkartılan numunelerin ortalama hasar yükünün 80406 N ve 6. ay çıkartılan numunelerin ortalama hasar yükünün 64867 N olduğu görülmektedir. Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere numunelerin H_2SO_4 içerisinde bekleme süresinin artması hasar yükünü düşürmüştür. Ayrıca H_2SO_4 içerisinde bekleme süresinin artmasının numunenin şekil değişimini arttırdığı dolayısıyla numunelerin daha sünek davranış sergilemesine sebep olduğu görülmüştür.

3.1.2. St60 Çeliği

St60 çeliği, akma dayanımı 335 MPa ve çekme dayanımı 588,40 MPa olan çelik türüdür. Mukavemet gerektiren makina elemanları, dişli çarklar vs. yapımında kullanılırlar[9]. H_2SO_4 içerisinde bekletildikten sonra 2. aydan başlamak üzere her ay çözüldükten çıkartılarak çekme deneyine tabi tutulan numunelerin aylara göre ortalama Uygulanan Kuvvet-Şekil Değişimi grafikleri Şekil 6.'da verilmiştir.



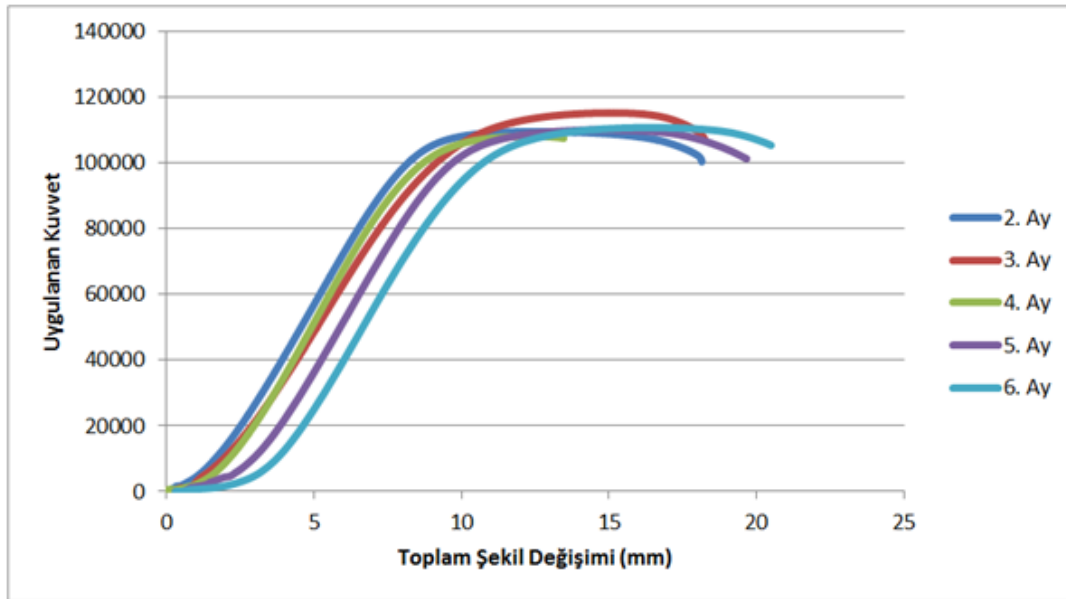
Şekil 6. H_2SO_4 içerisinde bekletilen St60 çeliğine ait Çekme kuvveti-Şekil değişimi diyagramı

Şekilde verilen grafiğe göre 2. ay çıkartılan numunelerin ortalama hasar yükünün 107132 N, 3. ay çıkartılan numunelerin 103117 N, 4. ay çıkartılan numunelerin 96508 N, 5. ay çıkartılan numunelerin 74430 N ve 6. ay çıkartılan numunelerin 60109 N olduğu görülmektedir. Tıpkı St37 çeliğinde olduğu gibi numunelerin H_2SO_4 içerisinde

bekleme süresinin artması, numunelerin mukavemetini düşürmüş ve hasar yükleri azalmıştır. St37 çeliğinde numunelerin ortam içerisinde geçirdiği sürenin artması numunelerin daha sünek bir davranış göstermesine sebep olurken St60 çeliğinde bu durumun tam tersi görülmüştür. Numunelerin çözelti ortamı içerisinde geçirdiği sürenin artması sonucu malzemenin gevrek davranış göstermesine sebep olmuştur.

3.1.3. Civa Çeliği

Civa çeliği, akma dayanımı 450 MPa ve çekme dayanımı 686,465 MPa olan çelik türüdür. Aşınma dayanımı yüksek olan soğuk iş takım çeliğidir. Matkaplarda, burgulu matkaplarda, dişçi matkaplarında, raybalarda, frezelerde, metal testerelerinde, kılavuz ve itici pimlerde kullanılır[10]. H_2SO_4 içerisinde bekletildikten sonra 2. aydan başlamak üzere her ay çözelti içinden çıkartılarak çekme deneyine tabi tutulan numunelerin aylara göre ortalama Kuvvet-Şekil Değişimi grafikleri Şekil.7’de verilmiştir. Şekil 7’de görüldüğü gibi H_2SO_4 , St37 ve St60 çeliklerinin mukavemetlerini belirgin bir şekilde düşürürken Civa çeliğinin mukavemeti ortamda bekletilme süresinden etkilenmemiştir. Ayrıca Şekil 7 incelendiğinde her aya ait 3’er numunenin ortalamalarının belirli bir trend izlemediği görülmektedir.

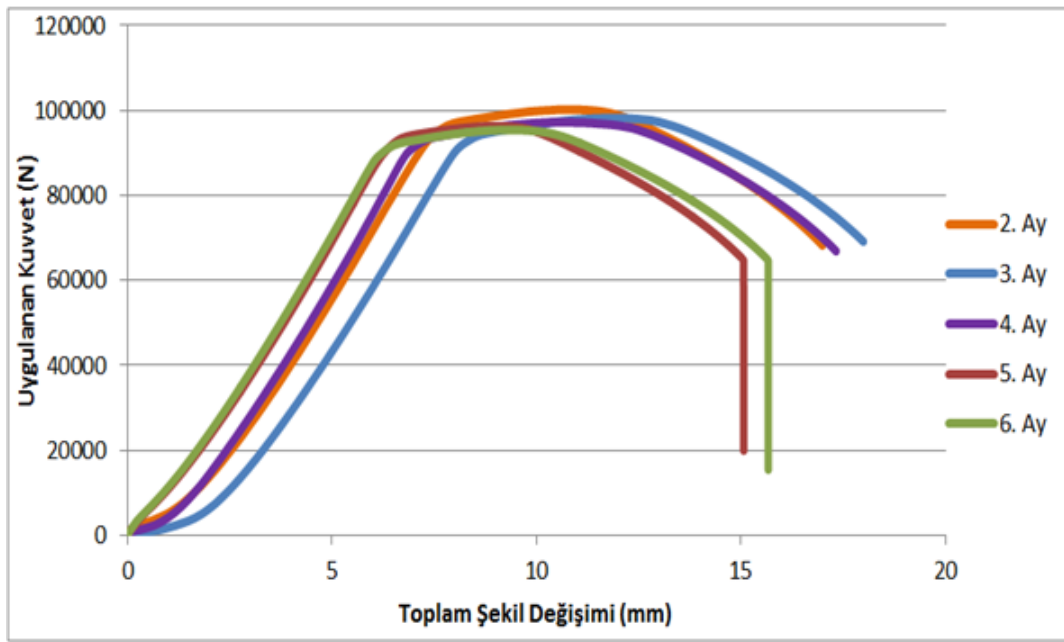


Şekil 7. H_2SO_4 içerisinde bekletilen Civa çeliğine ait Çekme kuvveti-Şekil değişimi diyagramı

3.2. KOH Etkisi

3.2.1. St37 Çeliği

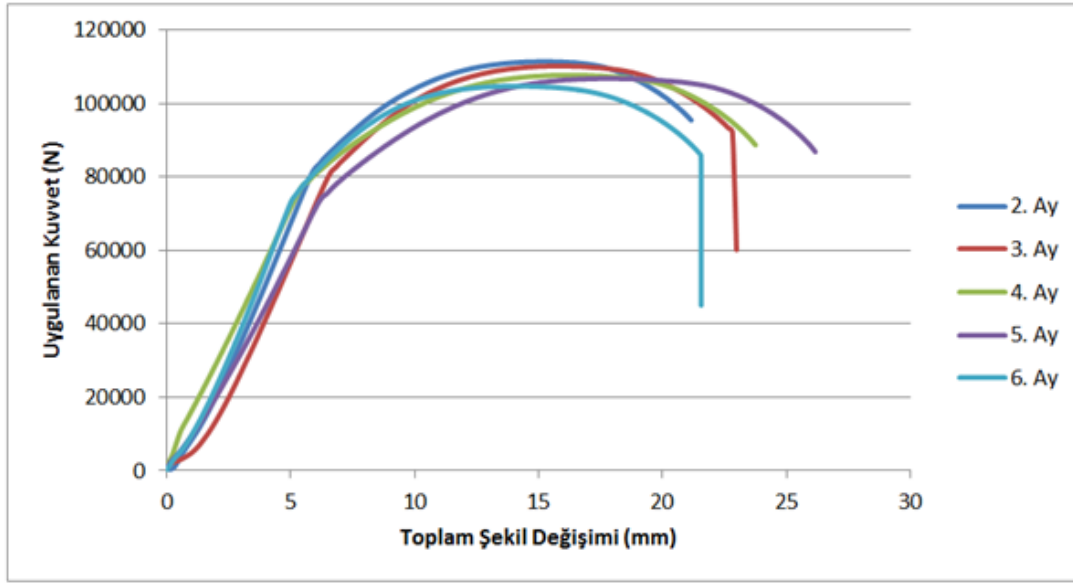
KOH içerisinde bekletildikten sonra 2. aydan başlamak üzere her ay çıkartılarak çekme deneyine tabi tutulan numunelerin aylara göre ortalama Uygulanan Kuvvet-Şekil Değişimi grafikleri Şekil 8’de verilmiştir.



Şekil 8. KOH içerisinde bekletilen St37 çeliğine ait çekme kuvveti-şekil değişimi diyagramı

Şekil 8. incelendiğinde numunelerin ortalama hasar yükü cinsinden 2. ay çıkartılan 100250 N, 3. ay çıkartılanların 98226 N, 4. ay çıkartılanların 97234 N, 5. ay çıkartılanların 96332 N ve 6. ay çıkartılanların 95445 N olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere numunelerin KOH çözeltisi içerisinde bekleme süresinin artması hasar yükünü düşmesine neden olmuştur. Numunelerin çözelti içerisinde bekletilme süresi arttıkça tokluğun düştüğü görülmüştür. Özellikle 5. ve 6. ayda düşme daha fazla olmuştur. Ayrıca ilk aylardaki şekil değişimi sonraki aylara göre daha fazladır.

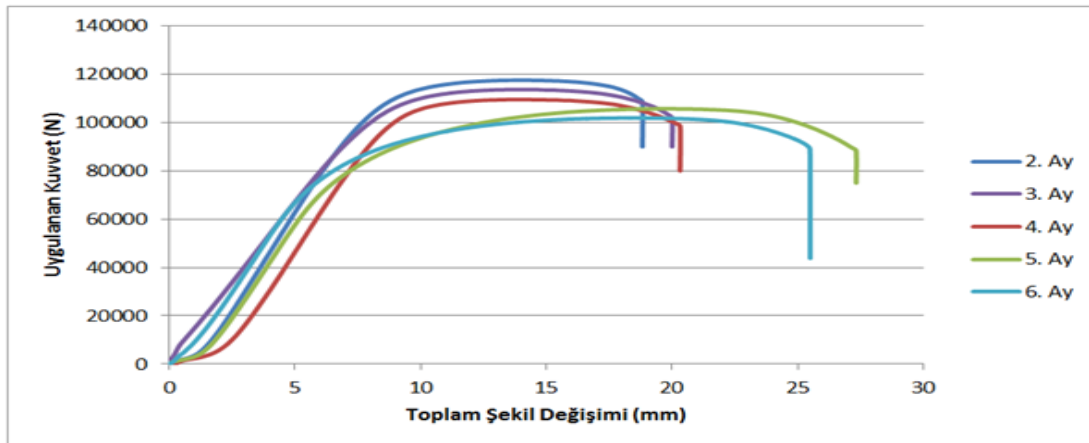
3.2.2. St60 Çeliği



Şekil 9. KOH içerisinde bekletilen St60 çeliğine ait Çekme kuvveti-Şekil değişimi diyagramı

KOH içerisinde bekletilen St60 çeliği 2. aydan başlamak üzere her ay çıkartılarak çekme deneyine tabi tutulmuş, numunelerin aylara göre elde edilen ortalama Kuvvet-Şekil Değişimi grafikleri Şekil 9’da verilmiştir. Şekil 9 incelendiğinde St60 çeliğinin potasyum hidroksit çözeltisinde bekletilmesi neticesinde 2. ve 3. ay malzeme yakın mukavemet değeri göstermiş ancak ilerleyen aylarda çekme yükündeki düşüş artmıştır. 2. ay 111359 N olan çekme kuvveti 4. ay 107679 N, 6. ay 104707 N olarak ölçülmüştür. St60 çelik numunelerinin çözelti içerisinde bekletilme süresi boyunca tokluk ve şekil değişim miktarı düşmüştür.

3.2.3. Civa Çeliği



Şekil 10. KOH içerisinde bekletilen Civa çeliğine ait Çekme kuvveti-Şekil değişimi diyagramı

Ayın çözeltide bekletilen Civa çeliği 2. aydan çıkartılmaya başlanmış ve çekme deneyine tabi tutulmuştur. Numunelerin aylara göre elde edilen Kuvvet-Şekil Değişimi grafiği Şekil 10'da verilmiştir. Şekil 10 incelendiğinde, civa çeliğinin potasyum hidroksit ortamına konulması ile malzemenin mukavemetinin aylara göre değişimi daha homojen olmuştur.

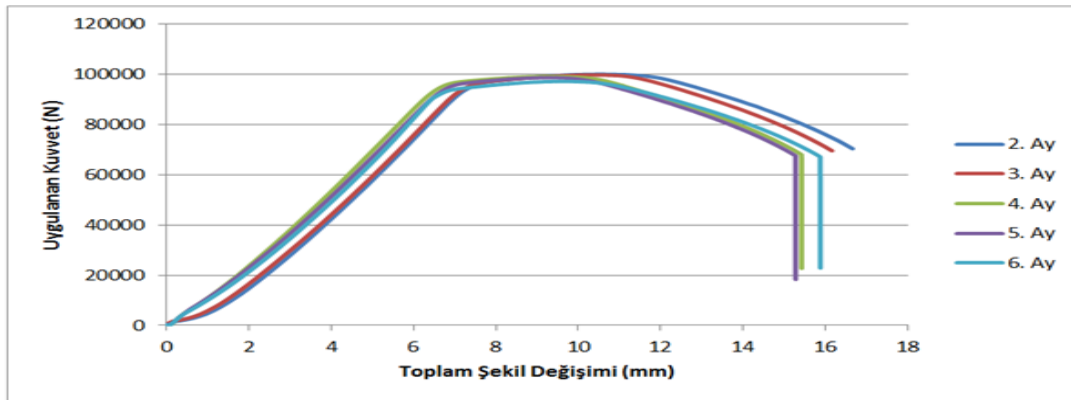
Aylar arasında ortalama 4000 N yük düşüşü görülürken 2. ay 117546 N olan çekme kuvveti 3. ay 113648 N, 4. ay 109523 N, 5. ay 105710 N ve 6. ay 101914 N değerini almıştır.

Civa çeliğinin KOH çözeltisi içerisinde bekletilme süresi arttıkça ilk dört ayda tokluk düşmüştür. Şekil değişimi ise 5. ve 6. ayda diğer aylara nazaran çok fazla olmak artmıştır.

3.3. NaOH Etkisi

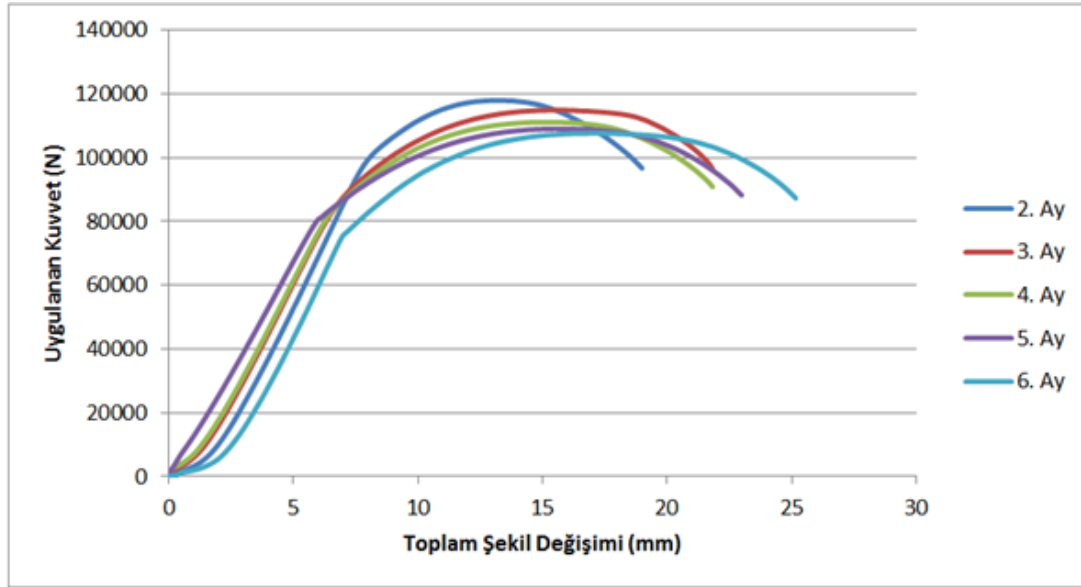
3.3.1. St37 Çeliği

NaOH içerisinde bekletildikten sonra 2. aydan başlamak üzere her ay çıkartılarak çekme deneyine tabi tutulan numunelerin aylara göre ortalama Kuvvet-Şekil Değişimi grafikleri Şekil 11'de verilmiştir. Şekil 11 incelendiğinde sülfürik asit çözeltisinden en çok etkilenen malzeme olan St 37'nin sodyum hidroksit çözeltisinden en az etkilenen malzeme olduğu görülmüştür. 2. ay 100031 N olan çekme yükü 6. ay 2867 N'luk düşüşle 97164 N değerine gerilemiştir. Bu durumun sebebi olarak St37 çeliğinin kimyasal bileşimi ile NaOH çözeltisi arasındaki kimyasal tepkime ile oluşan korozyon miktarının az olması gösterilebilir. İkinci ay ile altıncı ay arasında maksimum kuvvet oranı 0.97 çıkmıştır.



Şekil 11. NaOH içerisinde bekletilen St37 çeliğine ait Çekme kuvveti-Şekil değişimi diyagramı

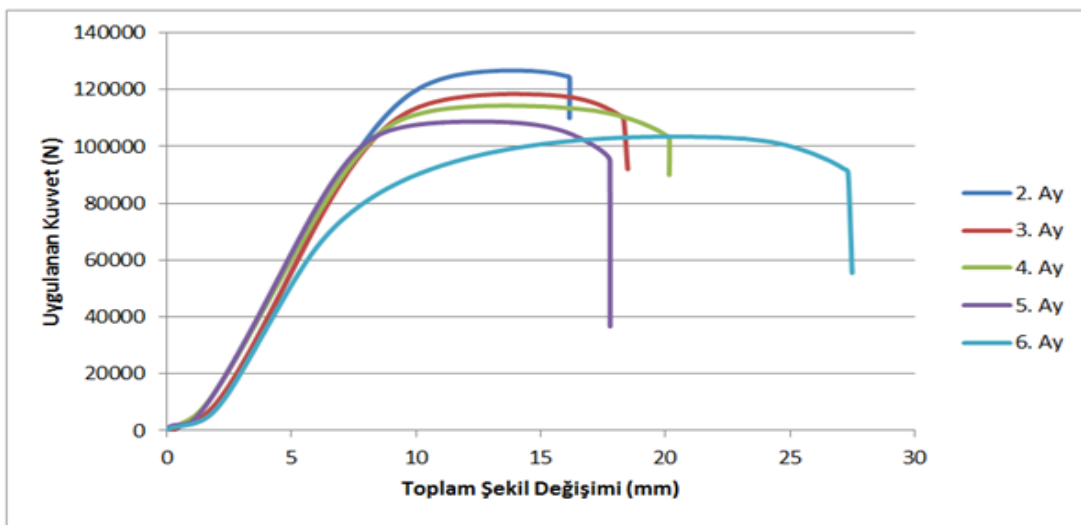
3.3.2. St60 Çeliği



Şekil 12. NaOH içerisinde bekletilen St60 çeliğine ait Çekme kuvveti-Şekil değişimi diyagramı

NaOH içerisinde bekletilmiş olan St60 çeliğinin aylara göre ortalama Kuvvet-Şekil Değişimi grafikleri Şekil 12’de verilmiştir. Sodyum hidroksit çözeltisi St60 çeliğinin çekme yükü üzerinde belirgin bir etki göstermiştir. Malzemenin akma noktasının belirgin bir şekilde olduğu Şekil 12’de görülmektedir. 2. ay 117882 N olan çekme yükü ilerleyen aylarda düşüş göstermiş ve 6. ayda 107585 N değerini almıştır. Maksimum çekme kuvveti ikinci aydan altıncı aya %9 düşüş göstermiştir.

3.3.3. Civa Çeliği

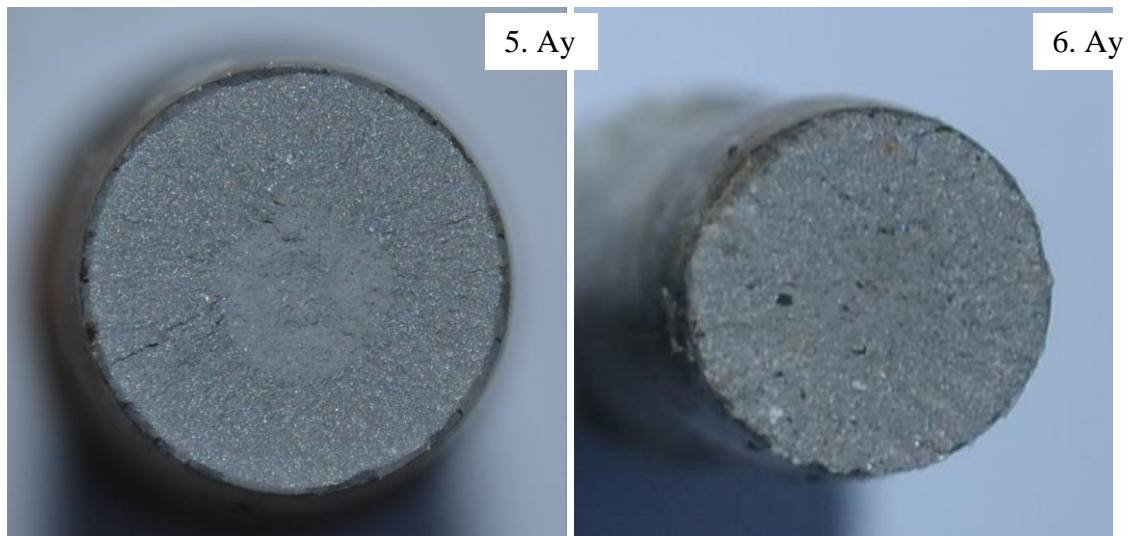


Şekil 13. NaOH içerisinde bekletilen Civa çeliğine ait Çekme kuvveti-Şekil değişimi diyagramı

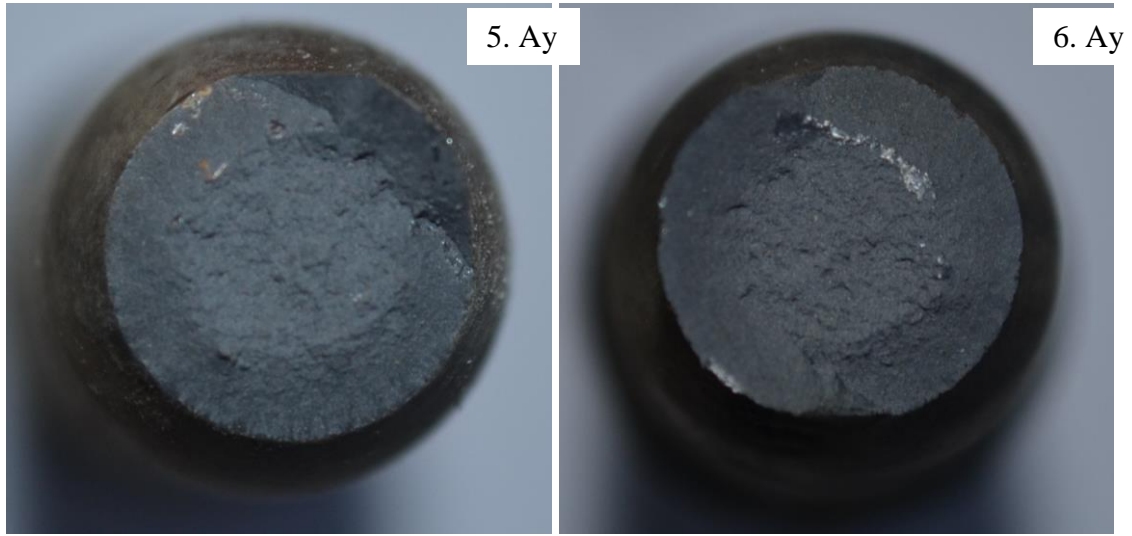
NaOH içerisinde bekletilen Civa çeliğinin çekme deneyine tabi tutulan numunelerinin aylara göre ortalama Kuvvet-Şekil Değişimi grafikleri Şekil 13'te verilmiştir. Şekil 13'te görüldüğü gibi test edilen malzemeler içerisinde, NaOH çözeltisinin en fazla etkilediği malzemenin civa çeliği olduğu tespit edilmiştir. 2. ay 126757 N olan çekme yükü ilerleyen aylarda belirgin bir düşüş göstermiş ve 3. ay 118492 N, 4. ay 114414 N, 5. ay 108793 N ve 6. ay 103492 N değerini almıştır. 5. aydan sonra sünekliği artan malzeme 6. ayda ise en yüksek şekil değişimine uğramıştır. Numunelerin çözelti içerisinde bekletilme süresi arttıkça tokluğun düştüğü görülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde maksimum çekme kuvvetindeki en büyük değişikliğin % 19 düşüşle civa çeliğinde olduğu görülmüştür.

Motor yağı ve saf suyun ise malzemelerin mekanik özelliklerine çok fazla etki etmediği gözlemlenmiştir. **Eğer mevcutsa çekme grafikleri verilmeli**

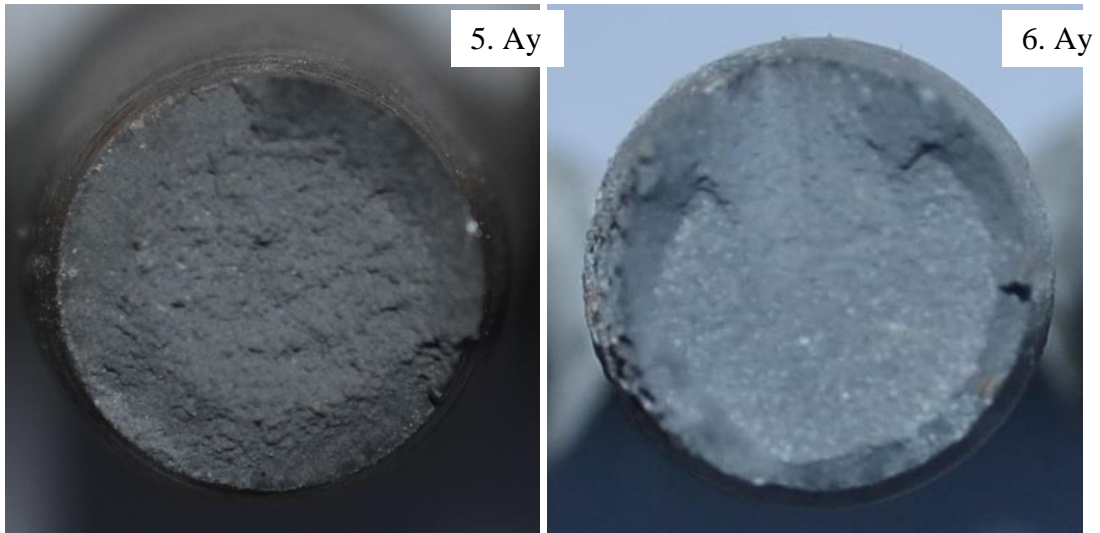
İçerisinde buldukları ortamın malzemenin mukavemetine etkisi korozyon nedeniyle oluşmaktadır. Asidik ortamlar çeliklerin yüzeylerinde korozyona ve boyutsal incelmeye sebep olmaktadır. Aşağıda üç farklı çelik türünün H_2SO_4 ortamında 5 ve 6 ay bekletilmesi ile deney sonucu ortaya çıkan kopma yüzeylerinin kesit görüntüleri verilmiştir. Bekleme süresi arttıkça hasar yüzeyinin daha az pürüzlü olduğu görülmüştür.



Şekil 14 H_2SO_4 ortamının civa çeliğine etkisi



Şekil 15. H₂SO₄ ortamının St37 çeliğine etkisi



Şekil 16 H₂SO₄ ortamının St60 çeliğine etkisi

4. Değerlendirme

Gerçekleştirilen çalışmada üç farklı çelik türü farklı ortamlarda bekletilmiş ve ortam içerisinde geçen sürenin malzemenin çekme dayanımına etkisi incelenmiştir. Çalışmada malzemelerin bekletme ortamı olarak %50 derişimde Sülfürik Asit, Potasyum Hidroksit, Sodyum Hidroksit, motor yağı ve saf su kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- Malzemelerin çözelti ortamlarında geçen sürenin artması genel olarak malzemelerin kopma yüklerini ve dayanımını düşürmüştür.

- H₂SO₄ ortamında bekletilen malzemelerden en fazla etkilenenin St37 çeliği olduğu görülmüştür.
- Civa çeliğinin en fazla etkilendiği çözelti ortamının KOH ve NaOH ortamı olduğu tespit edilmiştir.
- Bütün çözelti ortamları için çekme dayanımı en az düşen malzemenin St60 çeliği olduğu sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın gerçekleştirilmesi için maddi destek veren Batman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri(BAP) Koordinatörlüğüne teşekkürü bir borç biliriz (Proje No: **BTUBAP-2011-MMF-2**)

5. KAYNAKLAR

- [1] <https://tr.wikipedia.org/wiki/Çelik>
- [2] <http://www.muhendislikbilgileri.com/?pnum=16&pt=malzeme+secimi>
- [3] S. Üneri, Korozyon ve Önlenmesi, Korozyon Derneği Yayınları, Ankara, s;413 (1998)
- [4] M. A. Kaftan, Çelik yapılarda korozyon oluşumu ve korozyondan korunma yöntemlerinin maliyet açısından karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, (2006).
- [5] https://www.google.com.tr/?gws_rd=ssl#q=%C3%A7ekme+deneyi+amac%C4%B1
- [6] <http://www.omurcelik.com/teknik-bilgiler/alasim-elementlerinin-celiklere-etkisi>
- [7] http://www.yildiz.edu.tr/~akdogan/lessons/korozyonvekoruma/Korozyon_Korozyon_Mekanizmalari.pdf
- [8] <http://metalurji.kocaeli.edu.tr/files/DersNotlari/mmt209-10.pdf>
- [9] <http://www.gimtas.com.tr/web/ingilizce/karbon.htm>
- [10] [http://www.ayhandemir.com.tr/Urunler/Civa-Celikleri/12210-\(115crv3\)](http://www.ayhandemir.com.tr/Urunler/Civa-Celikleri/12210-(115crv3))