

Otomotiv Endüstrisinde Yeni Nesil Çelik Kullanımının Önemi

Cihangir Tevfik SEZGİNİ *

¹Kastamonu Üniversitesi Cide Rifat Ilgaz MYO/ Kaynak Teknolojisi, Kastamonu, Türkiye
*ctsezgin@kastamonu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada otomotiv endüstrisinde kullanılan yeni nesil çeliklerin önemi ve çevreye olan etkileri literatür taraması olarak sunulmuştur. Yeni nesil çeliklerin ekolojik sürdürülebilir etkileri incelenmiştir. Son yıllarda otomotiv üreticilerinin bu alanda yaptığı çalışmalar incelenmiştir. Ülkemizdeki bu çeliklerin üretimi ve ihtiyacı araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yeni nesil çelikler, otomotiv endüstrisi, ekolojik sürdürülebilirlik

Importance of Using New Generation Steel in Automotive

Industry

ABSTRACT

In this study, the importance of the new generation steel used in the automotive industry and its environmental impacts are presented in the literature review. The ecological sustainable effects of new generation steels have been examined. The researchs of automotive manufacturers have done in the last few years has been examined. The production and need of these steels in our country has been investigated.

Keywords: New generation steels, automotive industry, ecological sustainable

1. GİRİŞ

Ekolojik sürdürülebilirliği tehdit eden tehditlerin başında iklim değişimi ve küresel ısınma gelmektedir. Buna sebep olanlardan bir tanesi, belki de en büyüğü otomotiv kullanımınıdır. Otomotiv sanayisi son yıllarda emisyon değerlerini düşürmek için araç ağırlıklarını azaltmak için bir çok araştırma geliştirme (ARGE) faaliyeti göstermiştir ve hala göstermektedir. Emisyon değerlerini düşürmek için özellikle araç ağırlıklarının düşürülmesi çok mühim bir rol oynamaktadır. Bu sayede araçların tükettiği yakıt miktarı azalmakta ve bu sayede çevreye zarar veren gaz salınımı da azalmaktadır. Fakat ağırlığın düşmesi kaza anında sağlanması gereken yolcu can güvenliğini de tehdit etmemelidir. Bu sebeple özellikle otomotiv sanayisinin kullandığı ana malzeme olan çelik malzemelerde yoğun bir ARGE faaliyeti gözlenmektedir.

Otomotiv sektörü, ülkelerin daha çevreci, daha az yakıt tüketen, daha güvenli araçlara olan ihtiyaçlarından dolayı kendini devamlı geliştirmek durumunda kalmaktadır. Bu işlerin en başında da araç üretiminde kullanılan malzemelerin geliştirilmesi gelmektedir. Bu da yüksek dayanımlı çeliklerin üretilmesini ve geliştirilmesini mecburi bir hale sokmaktadır. Yolcu güvenlik standartlarının artması, çevreye zararlı gaz salınımının azalmasını istenilmesi (emisyon oranları), sektörü, hem hafif hem de istenilen yolcu güvenlik standartlarını sağlayabilecek malzeme arayışına itmiştir. Bu sebeple daha hafif araçların üretilmek istenmesi, yüksek dayanımlı çelikler (Advanced High Strength Steels / AHSS) konusunun daha çok araştırılmasına ve geliştirilmesine yol açmıştır. Yeni nesil çelikler, otomotiv sanayinde 1990'ların sonundan itibaren yaygın bir şekilde kullanılarak, malzeme kalınlıkları

ve araç ağırlıkları azaltılmaktadır. Üretilen yüksek dayanımlı çeliklerin sadece dayanım değerleri ile beraber süneklikleri, kaynak kabiliyetleri özellikle punta kaynağına (Nayak ve ark., 2012), lazer kaynağına (Dong ve ark., 2014; Jia ve ark., 2016; Wong ve ark., 2016) uygun olmaları otomotiv sektörü için çok önemlidir. Asıl olarak otomotiv sektörü için geliştirilen bu çelikler, diğer birçok sektör için de kullanılabilir bir hammadde olarak hizmet vermektedir. Çelik üreticisi firmaların hem yüksek dayanımlı hem de form verilebilirlikleri yüksek, sünek malzemeler geliştirmek üzerine yaptıkları Ar-Ge çalışmalarını kesintisiz olarak sürdürdükleri söylenebilir (Billur ve ark., 2016).

2. TÜRKİYE'DE OTOMOTİV ENDÜSTRİSİ

Otomotiv ana ve yan sanayi, günümüzde Türkiye imalat sanayinin bel kemiği olan sektörlerin başında gelmektedir. Günümüzde Türkiye, Avrupa'daki en büyük hafif ticari araç üreticisi ve ikinci en büyük otobüs üreticisidir. 2016 yılında Türkiye, Avrupa otomotiv satışları sıralamasında 6. ülke olmuştur (ODD, 2017). Yurt içindeki otomotiv üretiminde toplam 14 firma vardır. Bu firmaların 4'ü otomobil, 6'sı ticari araç (kamyon, kamyonet, minibüs, midibüs, çekici ve otobüs), 2'si traktör ve 2 firma ise hem otomobil hem ticari araç üretimi gerçekleştirmektedir (OSD, 2017). Otomotiv sanayisinde üretim gerçekleştiren firmalar ve 2016 yılına ait üretim kapasiteleri Tablo 1'de verilmiştir (OSD, 2017). 2016 yılında bu 14 firmanın toplam çalıştırdığı kişi sayısı 53377 olarak belirtilmiştir (OSD, 2017). Bu yönüyle de otomotiv sanayisi, ülkemizdeki işsizlik problemini çözmek için de çok önemli bir rol oynamaktadır.

Tablo 1. Otomotiv Sanayii Firmalarının 2016 Yılı Üretim Kapasiteleri

FİRMALAR Firms	OTOMOBİL P.Car	KAMYON Truck	KAMYONET Pick Up	OTOBÜS Bus	MİNİBÜS Mini-Bus	MİDİBÜS Midi-Bus	TRAKTÖR F. Tractor	TOPLAM Total
A. ISUZU	0	6.700	2.900	0	922	2.633	0	13.155
FORD OTOSAN	30.000	15.000	334.000	0	36.000	0	0	415.000
HATTAT TARIM	0	0	0	0	0	0	15.000	15.000
HONDA TÜRKİYE	50.000	0	0	0	0	0	0	50.000
HYUNDAI ASSAN	245.000	0	0	0	0	0	0	245.000
KARSAN	0	0	40.500	2.025	7.000	2.700	0	52.225
M.A.N. TÜRKİYE	0	0	0	1.700	0	0	0	1.700
M. BENZ TÜRK	0	17.500	0	4.000	0	0	0	21.500
OTOKAR	0	0	5.300	1.000	1.500	2.500	0	10.300
O. RENAULT	360.000	0	0	0	0	0	0	360.000
TEMSA GLOBAL	0	7.500	0	2.000	0	2.000	0	11.500
TOFAŞ	400.000	0	0	0	0	0	0	400.000
TOYOTA	150.000	0	0	0	0	0	0	150.000
T. TRAKTÖR	0	0	0	0	0	0	50.000	50.000
TOPLAM/Total	1.235.000	46.700	382.700	10.725	45.422	9.833	65.000	1.795.380

Dünya otomotiv sanayisi verilerine de baktığımızda 2016 yılı 3. Çeyrek sonuçlarına göre; 2016 yılı dünya toplam otomotiv pazarı bir önceki yıla oranla %2,6 artışla, 94.724.000 adet seviyesinde bekleniyor. 2017 yılında dünya otomotiv pazarının 2016 yılına göre %1,5 artışla 96.117.000 adet seviyesine ulaşması tahmin ediliyor (ODD, 2017).

3. OTOMOBİL ÜRETİMİNDE KULLANILAN MALZEMELER

Son yıllarda otomotiv endüstrisinde yolcu güvenliğini, sürüş emniyetini, yakıt tasarrufunu artırmak, zararlı gaz salınımının asgari seviyeye çekilmek istenmesinden dolayı araçlar hafifletilmek istenmektedir. Özellikle çevre kirliliğinin artmasıyla beraber zararlı gaz salınımı

yani egzoz emisyon değerleri ön plana çıkmıştır. Geçen sene patlak veren Volkswagen araçlarında hileli yazılım kullanılarak gaz emisyonlarının düşürüldüğü tespit edilmiştir. Gerçekler anlaşılınca şirket, milyarlarca dolar tazminat vermek zorunda kalmıştır. Bu sebeple otomotiv endüstrisinde hem aracı hafifleten hem de yolcu güvenliğini sağlayacak malzeme arayışı her geçen gün artmaktadır.

Otomobil üretiminde en çok kullanılan ve olmazsa olmaz beş malzeme; çelik, demir dışı metaller (alüminyum, magnezyum), plastik, cam, kompozit malzemeleridir (Hayat, 2017).

Dünyadaki salınan karbondioksit oranının % 20'si otomobillerden kaynaklanmaktadır ve küresel ısınmaya yol açan sera gazlarının % 77'sinin sorumlusu olarak otomotiv sektörü gösterilmektedir. Bu sebeple Avrupa Birliği ve A.B.D.'de, otomobillerin karbondioksit emisyonlarının azaltılmasına yönelik yasal düzenlemelere gidilmektedir (Hayat, 2017). Bununla beraber otomotiv sanayisinde bir parçanın malzemesini değiştirmek hususunda kullanılan parçanın maliyeti de oldukça etkilidir. Tablo 2'de otomotiv imalatında kullanılan malzemelerin ağırlık kazançları ve birim fiyat karşılaştırılması gösterilmiştir (Analiz,2016). Tablo 2'de görüleceği üzere birim parça başına en uygun malzeme türü çeliktir. Ağırlığın azaltılması açısından ise magnezyum ve kompozit malzemelerin bariz üstünlüğü görülmektedir.

Tablo 2. Otomotiv malzemelerinin ağırlık kazancı ve birim fiyat karşılaştırılması

HAFİF MALZEME	DEĞİŞTİRİLEN MALZEME	AĞIRLIKÇA AZALMASI %	FİYAT (PARÇA BAŞINA)
Yüksek Mukavemetli Çelik	Yumuşak Çelik	10-25	1
Alüminyum	Çelik,Dökme Demir	40-60	1,3-2
Magnezyum	Çelik,Dökme Demir	60-75	1,5-2,5
Magnezyum	Alüminyum	25-35	1-1,5
Cam,FRP,Kompozit	Çelik	25-35	1-1,5
Karbon,FRP,Kompozit	Çelik	50-60	2-10+
AL matris, Kompozit	Çelik veya Dökme Demir	50-65	1,5-3+
Titanyum	Alaşımli Çelik	40-55	1,5-10+
Paslanmaz Çelik	Karbon Çeliği	20-45	1,2-1,7

4. OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN YENİ NESİL ÇELİKLER

4.1. Çift Fazlı Çelikler (DP-Dual Phase)

Sahip oldukları yüksek dayanım, ve yüksek form verilebilirlik, iyi kaynak edilebilirlik, piyasadan temin edilme kolaylığı ve maliyet avantajları sayesinde en çok kullanılan AHSS sınıfı çeliktir (Billur ve ark., 2016). DP çeliklerin gerek form verilebilirliğinin yani sünekliğinin iyi olması hem de yüksek dayanım sebebi mikro yapısından dolayıdır. Çift fazlı çelik, adını mikroyapısında bulunan iki fazdan almaktadır (Tamarelli,2011). Bunlar ferrit ve martenzittir. Ferrit, yapıya süneklik kazandırırken martenzit de yüksek mukavemet sağlamaktadır (Demir ve Erdoğan, 2014). DP600, DP800 ve DP1000 çelikleri otomotiv sektöründe hali hazırda yoğun olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ise Erdemir, (Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş.) DP600'ü seri olarak üretmektedir (Billur ve ark., 2016).

4.2. TRIP Çelikleri (TRansformation Induced Plasticity)

TRIP çelikleri, mükemmel enerji absorpsiyonu, şekillendirilebilirlik ve mukavemet özellikleri bir arada bulunduran benzersiz bir kombinasyona sahiptir. Yüksek dayanım, mükemmel süneklik ve iyi bir araç çarpışma dayanıklılığına sahip bir çelik türü olarak otomotiv sanayisi için uygundur. TRIP çeliği, "TRansformation Induced Plasticity" nin kısaltılmış halidir. Ferrit matris yapısı içinde kalıntı östenit ve beynit bulunması ile oluşan yeni nesil çelik türlerindedir. Ülkemizde şu anda herhangi bir şirket TRIP çeliği üretmemektedir.

4.3 Kompleks Fazlı Çelikler (CP)

Karmaşık fazlı (Complex Phase) çeliklerde, ferrit ve martensitin yanı sıra beynit ve bazı durumlarda kalıntı östenit bulunmaktadır. CP çelikleri kavramı, TRIP çeliklerinininkine esasen benzerdir, ancak işleme son aşamasında sıcak banda daha az katı soğutma uygulaması uygulanabilir. Bunun nedeni, mikroyapısında tutulmuş östenit bulunmaması gerekliliğidir (Kuziak ve ark., 2008). Tanecik boyutunu küçültmek amacı ile Ti ve/veya Nb alaşımları içerebilirler (Billur ve ark., 2016). Kompleks fazlı çelik, özellikle gövde yapısı, şasi bileşenleri, süspansiyon ve benzeri birçok otomotiv uygulamasına sahiptir (Tamarelli 2011). Türkiye'de üretilmemektedir.

4.4. Martenzitik Çelikler (MS)

Martenzitik çelikler, ağırlıklı olarak, sıcak haddeleme veya tavlama sonrası su verme işlemiyle östenitin dönüşümü ile geliştirilen çubuksu martensitten oluşur (Kuziak ve ark., 2008). Mikro yapının neredeyse tamamı martensittir. Buna karşılık üretim koşullarında bir miktar beynit ve/veya ferrit içerebilirler (Billur ve ark., 2016). Süneklikleri çok düşüktür. Türkiye'de üretilmemektedir.

4.5. TWIP Çelikleri (TWin Induced Plasticity)

TWIP çeliklerinde yüksek kopma dayanımlarıyla beraber süneklik de oldukça fazladır. Bunun sebeplerinden birisi yapısının östenitten oluşmasıdır. Östenit fazı, oda sıcaklığında kararlı bir faz değildir. Dolayısı ile çelik türlerinde östenit gözükmeye ya olmaz ya da çok az bir miktar gözüktür. TWIP çeliklerinde ve östenitik paslanmaz çeliklerde ise bu oran yaklaşık %100'dür (Billur ve ark., 2016). Östenit oda sıcaklığında kararlı bir faz değildir. Oda sıcaklığında östenitin kararlı olması için alaşım elementleri ile özellikle yüksek oranda mangan (Mn) ile alaşımlandırılarak östenit kararlı hale getirilir. Fakat yüksek seviyede mangan kullanmak, bu çeliği çelik olmaktan çıkartıp geliştirilmiş bir alaşım haline getirir (Tamarelli, 2011). TWIP çeliklerinde kullanılan alaşım elementlerinden biri de alüminyumdur. Alüminyumun, istifleme hatası enerjisi değerini de yükselttiği bilinmektedir (Billur ve ark., 2016). Ülkemizde üretimi yapılmamaktadır. Fakat geçtiğimiz yıl Karabük Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği bölümünden Doç. Dr. Fatih Hayat bu konuda yaptığı çalışmalarda patent alma başarısı göstermiştir.

5. OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE YENİ NESİL ÇELİK KULLANIMININ ÇEVRESEL ÖNEMİ

Emisyonunun %36'sı ağırlıktan kaynaklanmaktadır. Daha az yakıt kullanımı, küresel ısınmaya sebep olduğu bilinen karbondioksit (CO₂) gazının çevreye daha az salınması anlamına gelmekte, bu sebeple son dönemde araç hafifletme projelerine ağırlık verilmektedir (Analiz, 2016). Aralık 2015'de imzalanan Paris İklim Zirvesi anlaşması çerçevesinde sera gazı emisyonlarının düşürülmesi gerekmektedir. Ülkemiz de bu anlaşmayı onaylamıştır. (Hayat, 2017).

Yapılan çalışmalara göre ortalama bir araç yılda 22.000 km'de 4 ton CO₂ emisyonuna neden olmaktadır. Avrupa Komisyonunun 2009 raporuna göre ise yüksek hacme sahip B ve C segmenti araçların 2012'ye dek güçlü rekabet ve ağırlık azaltılması ile emisyonun 120 kg CO₂/km'ye düşürülmesini planlamaktadır (Hayat, 2010). Arcelor Mittal firması 2008 yılında hazırladığı bir raporda geleneksel çeliklerin yerine yeni nesil geliştirilmiş çeliklerin kullanımı ile % 20 daha hafif araçlar üretilebileceğini rapor etmiştir (Arcelor Mittal, 2008).

Kuzey Amerika Otomotiv Üreticileri 1975 2020 arasındaki otomotiv üretimindeki çelik kullanımını anlatan raporda 2011 yılında kullanılan geliştirilmiş yüksek mukavemetli çeliklerin (AHSS) %11 iken 2020'ye kadar %15'e çıkarılması öngörülmüş. Bunun sebebi ise hem yolcu güvenliğini arttırmak hem de yakıt tüketimini azaltmak olduğu belirtilmiştir (Matlock ve ark, 2012).

Yapılan bir çalışmada otomobil ağırlığını geliştirilmiş yüksek mukavemetli çelik kullanımını artırarak otomobillerin toplam ağırlıklarının 60 kg azalttığını ve daha fazla geliştirilmiş yüksek mukavemetli çelik kullanımı ile bu ağırlık tasarrufunun 100 kg'a çıkarılabileceği belirtilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada CO₂ emisyonundan her bir aracın kullanımı boyunca 1 ton tasarruf sağlanacağı bildirilmiştir (Hayat,2017). Arcelor Mittal, 2008 yılı raporunda ultra-hafif yüksek mukavemet çeliklerinin kullanımı ile ağırlığın gaz silindirlerinde %50, otomobil parçalarında %40 azaldığını, bununla birlikte gaz emisyonunun azaldığını bildirmiştir (Hayat, 2017). 2009 yılında Dünya Çelik Topluluğu, CO₂ emisyonuna özellikle dikkat çekerek 5 kişi taşıyabilen taşıtlarda diğer kalite çelikler yerine gelişmiş yüksek mukavemetli çelik kullanımının artırılması halinde CO₂ emisyonunun %6 oranında azalacağını rapor etmiştir (Hayat, 2010).

Otomobilin bir bölgesinden örnek verilecek olursa; arka panel bölgesinde gelişmiş çelik kullanımı (TRIP, DP çeliği vb.) ile ağırlığın 22 kg'dan 17 kg'a düştüğü ve %24 oranında ağırlıktan tasarruf sağlandığı bildirilmiştir. Ön panellerde ağırlıktan tasarrufun %28'e çıktığı, arka ve ön kapıda ise ağırlıktaki düşüş oranının %18 olduğu rapor edilmiştir (Hayat, 2017).

6. SONUÇ

Yaşanan enerji krizleri ile beraber bu krizlerden daha mühim olan çevre kirliliği krizini engellemek için birçok sanayi kuruluşu, devletlerin kendi içlerinde ve birbirleriyle yaptıkları çevre antlaşmaları gereği bir takım tedbirler almak zorunda kalmışlardır. Özellikle otomotiv sektöründe son yıllarda emisyon değerlerinin azaltılması, yakıt tasarrufu, yolcu güvenliği, ucuz üretim gibi birden fazla amaç taşıyan ARGE çalışmaları hız kazanmıştır. Bu sebeple otomotiv üretiminin ana hammaddelerinden çelik için çeşitli türler bulunmuş, otomotiv sanayisinin kullanımına sunulmuştur. Bu sayede hafifleyen araçla beraber düşük yakıt tüketimi dolayısıyla düşük zararlı gaz salınımı sayesinde çevre kirliliğini azaltmaktadır. Ekolojik sürdürülebilirlik adına çok önemli olan bu gelişmelerin ülkemizde de görebilmemiz için büyük çelik üreticileri tarafından en hızlı bir şekilde geliştirilmiş yüksek mukavemetli çeliklerin (AHSS) üretimi için yatırım yapılması gerekmektedir. Ülkemizde çift fazlı çelik sınırlı sayıda üretilirken TRIP, TWIP, martenzitik kompleks fazlı çelikler sanayide üretilmemektedir. Dünya otomotiv sanayisi de artık artan çevre problemleri sebebiyle gelişmiş çelikleri kullanmaktadır. Gelecekte bu çeliklerin kullanımının artması Türkiye çelik sektörünü de tehlikeye sokmaktadır. Çünkü mevcut çelik türleri revaçta olmayıp gelişmiş çelik türleri tercih edilecektir. Bu sebeple üretmedikleri bir ürünü satamayacaklar. Her geçen gün otomotiv sanayisi tarafından yüksek mukavemetli çeliklere artan alaka, bu tip çeliklere yapılacak olan yatırımı da zorunlu hale getirmektedir.

KAYNAKLAR

- ArcelorMittal, “How Will We Achieve: Safe Sustainable Steel?”, Corporate Responsibility Report, 2008.
- Analiz:<http://analizsimulasyon.com/2016/05/10/otomotiv-yuksekk-mukavemetli-celiklerin-kullanimi/>
- Bilge Demir, Mehmet Erdoğan (2014). Ticari, Geliştirilmiş Çift-Fazlı Çelik Üretimi, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, Cilt 3(2), 74-91.
- Carrie M. Tamarelli (2011). AHSS 101: The Evolving Use of Advanced High-Strength Steels for Automotive Applications, Steel Market Development Institute, 42, Southfield, Michigan U.S.A.
- Danyang Dong, Yang Liu , Yuling Yang , Jinfeng Li , Min Ma , Tao Jiang, (2014). Microstructure and dynamic tensile behavior of DP600 dual phase steel joint by laser welding, Materials Science & Engineering A, 594, 17–25.
- David K. Matlock, John G. Speer, Emmanuel De Moor, and Paul J. Gibbs (2012). JESTECH, 15(1), 1-12.
- Eren Billur, Barış Çetin, Murat Gürleyik, (2016). New Generation Advanced High Strength Steels: Developments, Trends and Constraints, International Journal of Scientific and Technological Research, Vol 2, No.1, 50-62.
- Fatih Hayat (2010). TRIP çeliklerinin otomotiv endüstrisinde kullanımının incelenmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 25, No 4, 701-712.
- Fatih Hayat (2017). Trends in steel usage in the automotive industry, Third International Iron and Steel Symposium (UDCS'17), 3-5 Nisan 2017, Karabük, 675-679.
- Jinfeng Wang, Lijun Yang, Mingsheng Sun , Tong Liu , Huan Li (2016). A study of the softening mechanisms of laser-welded DP1000 steel butt joints, Materials and Design, 97, 118–125.
- Osd: <http://www.osd.org.tr/sites/1/upload/files/YILLIK2016-146.pdf>
- Odd:<http://www.odd.org.tr/folders/2837/categorialdocs/1764/ODD%20Sekt%C3%B6rel%20De%C4%9Ferlendirme%20Ocak'2017.pdf>
- Qiang Jia, Wei Guo, Weidong Li, Ying Zhu, Peng Peng, Guisheng Zou (2016). Microstructure and tensile behavior of fiber laser-welded blanks of DP600 and DP980 steels, Journal of Materials Processing Technology, 236, 73–83.
- R. Kuziak, R. Kawalla, S. Waengler (2008). Advanced high strength steels for automotive industry, Archives Of Civil And Mechanical Engineering, Vol.8-2, 103-117.
- S.S. Nayak, V.H. Baltazar Hernandez, Y. Okita, Y. Zhou (2012). Microstructure–hardness relationship in the fusion zone of TRIP steel welds, Materials Science and Engineering A, 551, 73–81.