

YAPISAL ÇELİK MALZEMELERİN FARKLI ÖZELLİKLERDEKİ KAYNAK ELEKTRODLARININ KULLANIMIYLA BİRLEŞTİRİLEN KOMBİNASYONLARDA MEKANİK ÖZELLİKLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Tufan Altıparmak^{1*}, Burcu Özbay² ve Emre Kurt³

¹Tırsan Treyler San., Sakarya/Türkiye. ORCID: 0000-0003-3292-004X, E-Mail: tufan.altiparmak@tirsan.com

²Tırsan Treyler San., Kocaeli/Türkiye. ORCID: 0009-0003-0838-8329, E-Mail: burcu.ozbay@kaessbohrer.com

³Tırsan Treyler San., Sakarya/Türkiye. ORCID: 0000-0001-6017-1694, E-Mail: emre.kurt@kaessbohrer.com

(Geliş Tarihi: 10 Eylül 2023, Kabul Tarihi: 28 Eylül 2023)

ATIF/REFERENCE: Altıparmak, T., Özbay B. & Kurt, E. (2023). Yapısal Çelik Malzemelerin Farklı Özelliklerdeki Kaynak Elektrodlarının Kullanımıyla Birleştirilen Kombinasyonlarda Mekanik Özelliklerin Karşılaştırılması. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 7(8), 24-46.

Özet – Treyler imalat çalışmalarında S700 MC, S460MC, St52 ve St37 kalite yapısal çelik saclardan, talaşlı ve talaşsız imalat yöntemlerinden, kesme, tornalama, frezeleme, delme, işleme gibi çalışmaların sonucunda imal edilen yarı mamül malzemeler kullanılmaktadır. Bahsedilen yarı mamül malzemelerin birbirlerine kaynatılmasıyla ara bileşenler oluşturulur. Ardından, komple araç oluşturma amacı ile ara bileşenler arasında kaynaklı imalat çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Kaynak çalışmalarında yaygın olarak Novofil T1S ve GEKA BS300PLW kaynak telleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada belirtilen farklı kalitelere sahip sac malzemelerin kendi aralarında ve birbirleri ile oluşturdukları kombinasyonların üzerinde, her iki çeşit kaynak telinin de kullanımıyla, kaynaklı sac numuneler üretilmiştir. Kaynaklı imalat çalışmalarında kesintisiz olarak rulo hazneden beslendiği için uzun kaynak işlemi yapılabilmesini ve her pozisyonda kaynak yapılabilmesini sağlayan, metal yığıma hızı yüksek Mig kaynak yöntemi kullanılmıştır. Üretilen kaynaklı sac numunelerden kaynak bölgeleri tam merkezinde olacak tasarım ile çekme testi numuneleri üretilmiştir. Numuneler üzerinde çekme testi çalışmaları gerçekleştirilmiş ve mekanik özellikler karşılaştırılmıştır. Alınan sonuçlar, çelik malzemelere ait kalite seçimi, beraber kullanılacak malzemelerin kaliteleri ve birbirlerine kaynaklanacak olan çelik malzemeler için kaynak teli seçimi hususlarında katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler – S700 MC, S460 MC, ST52, ST37, Kaynaklı İmalat, Mig Kaynak, Çekme Testi, Mekanik Davranış

GİRİŞ

İçeriğinde bulunan karbon, silisyum, wolfram, fosfor, krom, mangan, nikel, molibden, vanadium, kükürt gibi element oranlarının ayarlanabilir olması sayesinde farklı mukavetlerde ihtiyaca yönelik malzemelerin imalatının yapılabilmesi sebebi ile

çelik malzemelerin kullanımı yaygındır. Bu alaşım elementlerinin çeliğe ilavesindeki başlıca amaçlananlar; aşınma direnci, korozyon direnci, yüksek-düşük sıcaklık çalışma koşulları altında çeliğin mekanik ve oksidasyon özelliklerini, yorulma davranışlarını iyileştirmektir.

Yapısal çelik olarak adlandırılan düşük karbonlu çelik sınıfının sahip olduğu iyi kaynaklanabilirlik özelliğinden dolayı treyler sektöründe kullanımı çok sık tercih edilmektedir.[1].

Çelik malzemelerin imalat çalışmaları öncelikli olarak demir cevherin veya hurda çeliklerin ergitme fırınlarında eritilmesi ile başlar. Ergitilen metal özel akış kanallarından akıtılarak platinalar halinde dökülür. Platina dökümü tamamlanan metal malzemeler sıcak veya soğuk haddeleme işlemlerinden geçilir ve istenilen formlarda şekillendirilir.

Ray, tel, profil, boru, plaka, sac gibi formlarda şekillenen malzemeler treyler sektöründe kullanım alanına göre geleneksel imalat yöntemleri ile şekillendirilirler. Kesme, tornalama, frezeleme, delme, taşlama gibi talaşlı imalat yöntemleri ile birlikte, işleme, dövme, işleme gibi talaşsız imalat yöntemleri kullanılarak araçlarda kullanım yerlerine göre çeliklere son şekillendirme işlemleri gerçekleştirilir.

Sac malzemelerin ilk hurda çelik veya demir cevher ergitmesi ile başlayıp nihai parça olarak tamamlanan süreci element içeriklerine göre S700, S460, St52, St37 kaliteleri mevcuttur.

S700 MC kaliteli çelik saclar EN 10149-2 standartına göre C (max %) 0,12, Si (max %) 0,21, Mn (max %) 2,10, P (max %) 0,020, S (max %) 0,010, Al (min %) 0,015, Nb (max %) 0,09, V (max %) 0,20, Ti (max %) 0,15 alaşımlarından oluşan ve 700 Mpa akma dayanımı değeri, 750 Mpa – 900 Mpa aralığında ki çekme dayanımı değeri ile mukavemet seviyesi en yüksek çelik sac malzemelerdir.

S460 MC kaliteli çelik saclar EN 10149-2 standartına göre C (max %) 0,10, Si (max %) 0,03, Mn (max %) 1,5, P (max %) 0,025, S (max %) 0,010, Al (min %) 0,015, Nb (max %) 0,09, V (max %) 0,20, Ti (max %) 0,15 alaşımlarından oluşan ve 460 Mpa çekme dayanımı değeri, 520 Mpa – 670 Mpa aralığında ki akma dayanımı değerine sahip çelik sac malzemelerdir.

St52 kaliteli çelik saclar EN 10250-2 standartına göre C (max %) 0,24, Si (max %) 0,55, Mn (max %) 1,6, P (max %) 0,035, S (max %) 0,035, Cu (min %) 0,55, N (max %) 0,0120 alaşımlarından oluşan ve 350 Mpa akma dayanımı değeri, 470 Mpa – 630 Mpa aralığında ki çekme dayanımı değerine sahip çelik sac malzemelerdir.

St37 kaliteli çelik saclar EN 10250-2 standartına göre C (max %) 0,2, Mn (max %) 1,4, P (max %)

0,04, S (max %) 0,04, Cu (min %) 0,55, N (max %) 0,0120, CEV (max %) 0,38 alaşımlarından oluşan ve 235 Mpa akma dayanımı değeri, 360 Mpa – 510 Mpa aralığında ki çekme dayanımı değerine sahip çelik sac malzemelerdir[2].

Kaynak, aynı kalitedeki malzemelerin veya erime sıcaklığı değer aralıkları yakın olan iki farklı veya ikiden fazla kalitede metal veya termoplastik malzemeye ısı ve basınç uygulayarak, tercih edilen yöntemle bağlı olarak aynı gruptan bir malzemenin eklenmesi ile birlikte imal edilmesidir. Bu çalışmada kullanılan eritme kaynağı, metalik malzemeye sıcaklık uygularken, kaynak elektrodu kullanımı ile bölgesel işlem gerçekleştirebilmektedir. Burada kullanılan işlem sıcaklığı, hedef malzemenin erime sıcaklığından daha yüksektir. [3]

Kaynaklı imalat, uzun ömürlü, tam fonksiyonlu çalışma faaliyeti hedeflerken düşük maliyeti de kapsamaktadır. Kaynak kabiliyeti; kaynağa uygunluk, kaynaklanabilirlik ve kaynak emniyeti faktörleriyle tanımlanabilir. Yapısal çeliklerin kaynaklanabilirliği içerdiği karbon miktarından etkilenmektedir. Miktar, % 0,2 seviyesini aştığında ön tavlama ve kaynak sonrası tavlama önerilir. [4]

Bir tasarımda en çok dikkat edilen faktörler ağırlık, mukavemet ve maliyet olarak sıralanabilir. Tasarımın faaliyet göstereceği ortam koşullarına bağlı olarak almak istenilen verim ve dikkat edilen faktörler değişiklik gösterebilir. Beklenen özelliklerin her birinin tek bir malzeme tarafından, istenilen düzeyde sağlanması çoğu zaman imkanı değildir. Bu sebeple, istenilen özelliklerin, çeşitli malzemelerin bir arada kullanılmasıyla elde edilmesi, üretilebilirlik ve kullanılabilirlik açısından daha sağlıklı olacaktır. [5,6]

Tasarım çalışmaları kapsamında akma dayanımı, çekme dayanımı, uzama değerleri, darbe enerjisi (J) gibi değerler göz önünde bulundurularak seçilen ve nihai parça haline getirilen çelik malzemeler kaynaklama veya montajlama yöntemleri ile birleştirilerek imalat çalışmaları gerçekleştirilir.

Çelik malzemeler Tig, Mig, Tozaltı veya plazma kaynağı yöntemleri kullanılarak birleştirilir. Gaz altı kaynağı (TIG, MIG, MAG), çelik malzemelerin kaynağında en sık tercih edilen kaynak yöntemidir. Hem üretim hem de onarım için kullanılan bu kaynak yönteminin, hızlı ve otomatik oluşu, curufa sebebiyet vermeyişi özellikleri onu uygulanabilirlik açısından elverişli kılmaktadır. Sağlıklı bir kaynak dikişi, yeterli nufuziyet sağlamalıdır. Bu yetkinlik,

kaynak hızı, akımı ve ısı girdisi parametreleriyle doğrudan ilişkilidir. Çelik sac kalitesi ve kaynaklama methodlarına göre kullanılan kaynak elektrodu ve özellikleri çeşitlilik göstermektedir. Metallerin çeşidine göre kullanılacak elektrodlar da farklılık göstermektedir. Elektrod seçimi hatalı yapıldığı takdirde, vakit ve maliyet kaybına sebep olurken, kaynak dikişini de kalitesiz verecektir. Bu nedenle, farklı kalitelere düşük karbonlu çeliklerin kaynaklı imalat ile birleştirildiği bu çalışmada kullanılan iki ayrı özellikteki elektrodun, aynı ve farklı kalitelerin otaklığından oluşan kaynak hattının mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir.[7,8,9,10]

S700 MC çelik saclardan imal edilmiş parçaları n kaynak işlemi için AWS ASME A5.28 - ER110S-G ve EN 12534: G Mn3Ni1CrMo standartlarına uygun Novofil T1S kaynak teli kullanılmaktadır.

S460 MC, ST52 ve ST37 çelik saclardan imal edilmiş parçaların kaynak işlemi için AWS A5.18-ER 70 S-6, TS EN ISO 14341-A - G4Si 1 ve TS EN ISO 636-A - W4Si 1 standartlarına uygun GEKA BS 300 PLW kaynak teli kullanılmaktadır.

I. MATERYAL VE METHOD

Kaynak çalışmalarında kullanılan S700MC kalite sacın özellikleri Şekil 6'da, S460 MC kalite sacın özellikleri Şekil 7'de, ST52 kalite sacın özellikleri Şekil 8'de ve ST37 kalite sacın özellikleri Şekil 9'da gösterilmiştir. Kullanılan Novofil T1S kaynak teli özellikleri Şekil 10'de, GEKA BS 300 PLW kaynak teli özellikleri Şekil 11'de gösterilmiştir. Kaynaklı imalat çalışmaları Mig kaynak yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Akma Dayanımı	2.00 - 3.00 mm	700 Mpa
	3.01 - 6.00 mm	700 Mpa
	6.01 - 10.00 mm	700 Mpa
Çekme Dayanımı	2.00 - 3.00 mm	750-950 Mpa
	3.01 - 6.00 mm	750-950 Mpa
	6.01 - 10.00 mm	750-950 Mpa
Uzama (%)	2.00 - 2.99 mm	10
	3.00 - 10.00 mm	12
Darbe Enerjisi	- 20 C°	40 J
	- 40 C°	27 J
Alaşımlar	C	0,12
	Si	0,21
	Mn	2,1
	P	0,02
	Si	0,01
	Al	0,015
	Nb	0,09
	V	0,2
	Ti	0,15

Şekil 1. S700 MC Kalite Sacın Özellikleri

Akma Dayanımı	2.00 - 3.00 mm	460 Mpa
	3.01 - 6.00 mm	460 Mpa
	6.01 - 13.00 mm	460 Mpa
Çekme Dayanımı	2.00 - 3.00 mm	520-670 Mpa
	3.01 - 6.00 mm	520-670 Mpa
	6.01 - 13.00 mm	520-670 Mpa
Uzama (%)	2.00 - 2.99 mm	15
	3.00 - 13.00 mm	19
Darbe Enerjisi	- 20 C°	40 J
	- 40 C°	27 J
Alaşımlar	C	0,1
	Si	0,03
	Mn	1,5
	P	0,025
	S	0,01
	Al	0,015
	Nb	0,09
	V	0,2
	Ti	0,15

Şekil 2. S460 MC Kalite Sacın Özellikleri

Akma Dayanımı	≤ 16mm	345 Mpa
	16.00 - 40.00 mm	335 Mpa
	40.00 - 63.00 mm	325 Mpa
	63.00 - 80.00 mm	325 Mpa
	80.00 - 100.00 mm	315 Mpa
	100.00 - 150.00 mm	295 Mpa
	150.00 - 200.00 mm	285 Mpa
	200.00 - 250.00 mm	275 Mpa
Çekme Dayanımı	2.00 - 3.00 mm	510-680 Mpa
	3.00 - 100.00 mm	490-630 Mpa
	100.00 - 150.00 mm	470-630 Mpa
	150.00 - 200.00 mm	450-630 Mpa
Uzama (%)	3.00 - 40.00 mm	20
	40.00 - 63.00 mm	19
	63.00 - 100.00 mm	18
	100.00 - 150.00 mm	18
	150.00 - 250.00 mm	17
Darbe Enerjisi	+1 C° _ 10.00 - 150.00 mm	27 J
	+1 C° _ 150.00-250.00 mm	23 J
Alaşımlar	C	0,22
	Si	0,55
	Mn	1,6
	P	0,035
	S	0,035
	Cu	0,55
	N	0,012

Şekil 3. ST52 Kalite Sacın Özellikleri

Akma Dayanımı	≤ 16mm	235 Mpa
	16.00 - 40.00 mm	225 Mpa
	40.00 - 63.00 mm	215 Mpa
	63.00 - 80.00 mm	215 Mpa
	80.00 - 100.00 mm	215 Mpa
	100.00 - 150.00 mm	195 Mpa
	150.00 - 200.00 mm	185 Mpa
	200.00 - 250.00 mm	175 Mpa
Çekme Dayanımı	1.00 - 3.00 mm	360-510 Mpa
	3.00 - 100.00 mm	360-510 Mpa
	100.00 - 150.00 mm	350-500 Mpa
	150.00 - 250.00 mm	340-490 Mpa
Uzama (%)	3.00 - 40.00 mm	26
	40.00 - 63.00 mm	25
	63.00 - 100.00 mm	24
	100.00 - 150.00 mm	22
	150.00 - 250.00 mm	21
Darbe Enerjisi	-20 C°	27 J
	0 C°	27 J
	+20 C°	27 J
Alaşımlar	C	0,2
	Mn	1,4
	P	0,04
	S	0,04
	Cu	0,55
	CEV	0,38
	N	0,012

Şekil 4. ST37 Kalite Sacın Özellikleri

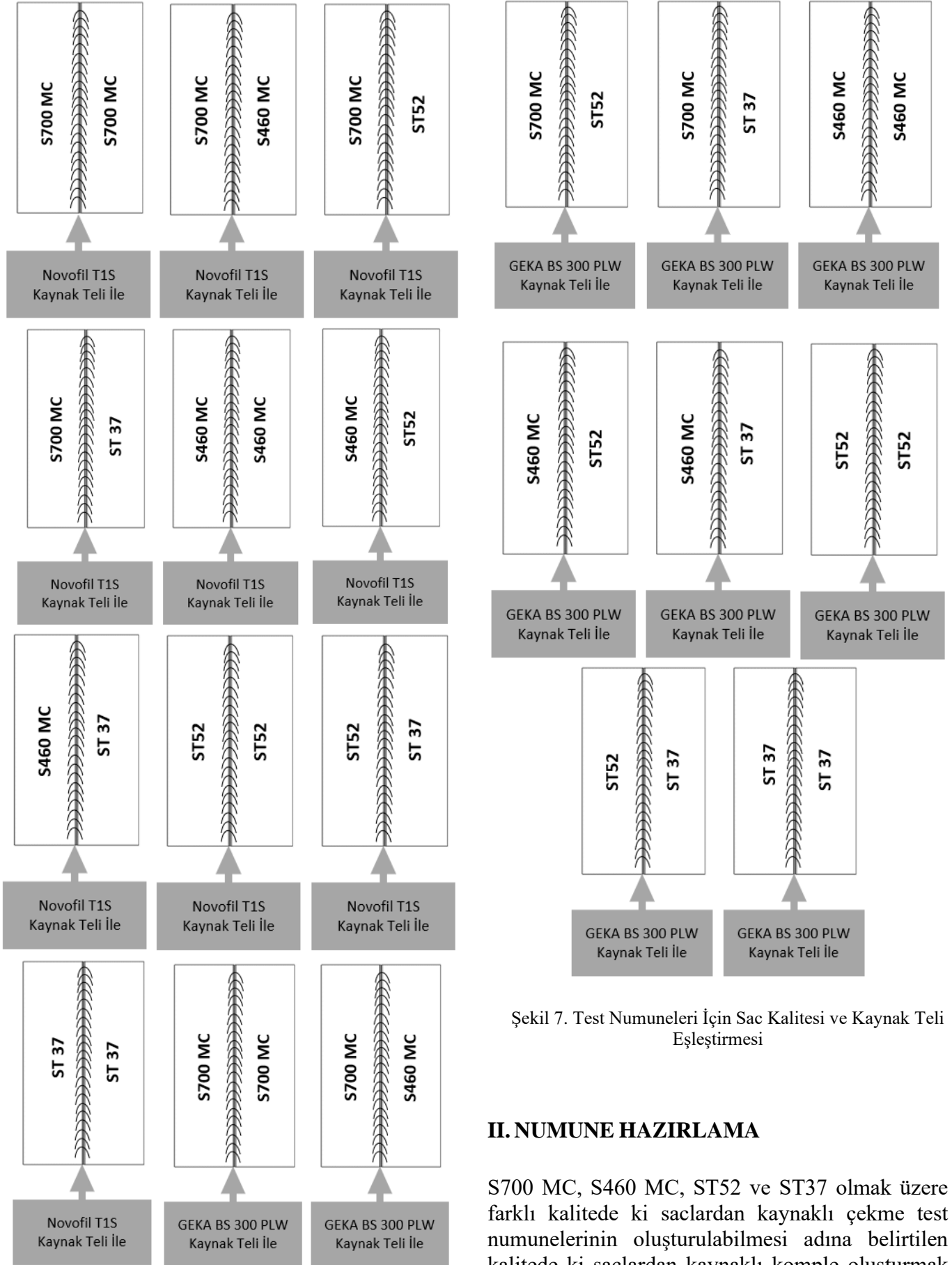
Standartları	AWS ASME A5.28 - ER110S-G	
	EN 12534: G Mn3Ni1CrMo	
Alaşımlar	C	0,09
	Mn	1,6
	Si	0,75
	Ni	0,6
	Cr	0,55
	Mo	0,25
	Cu	<0,25
Akma Dayanımı	770 Mpa	
Gerilme Direnci	880 Mpa	
Uzama	21%	
Darbe Testi	- 20 Derece	70 J
	+ 20 Derece	180 J

Şekil 5. Novofil T1S Kaynak Teli Özellikleri

Standartları	AWS A5.18- ER 70 S-6	
	TS EN ISO 14341-A - G46 4 C1 G 4Si1	
	TS EN ISO 636-A - W4Si 1	
Alaşımlar	C	0,1
	Mn	1,7
	Si	1
Akma Dayanımı	470 Mpa	
Gerilme Direnci	570 Mpa	
Uzama	22%	
Darbe Testi	- 30 Derece	60 J
	- 40 Derece	47 J

Şekil 6. GEKA BS 300 PLW Kaynak Teli Özellikleri

Çalışmamızda S700 MC, S460 MC, ST52 ve ST37 kalite çelik sacların kaynağında Novofil T1S kaynak teli ve GEKA BS 300 PLW kaynak teli kullanımı ile işlem gerçekleştirilmiş olup her kalitede ki saclar ve kaynak teli eşleştirmesi ile test numuneleri yapılarak çekme testi altında mekanik özellikleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan numune malzemeler için çelik sac kalitesi ve kaynak teli eşleşmesi Şekil 12’de gösterilmiştir.

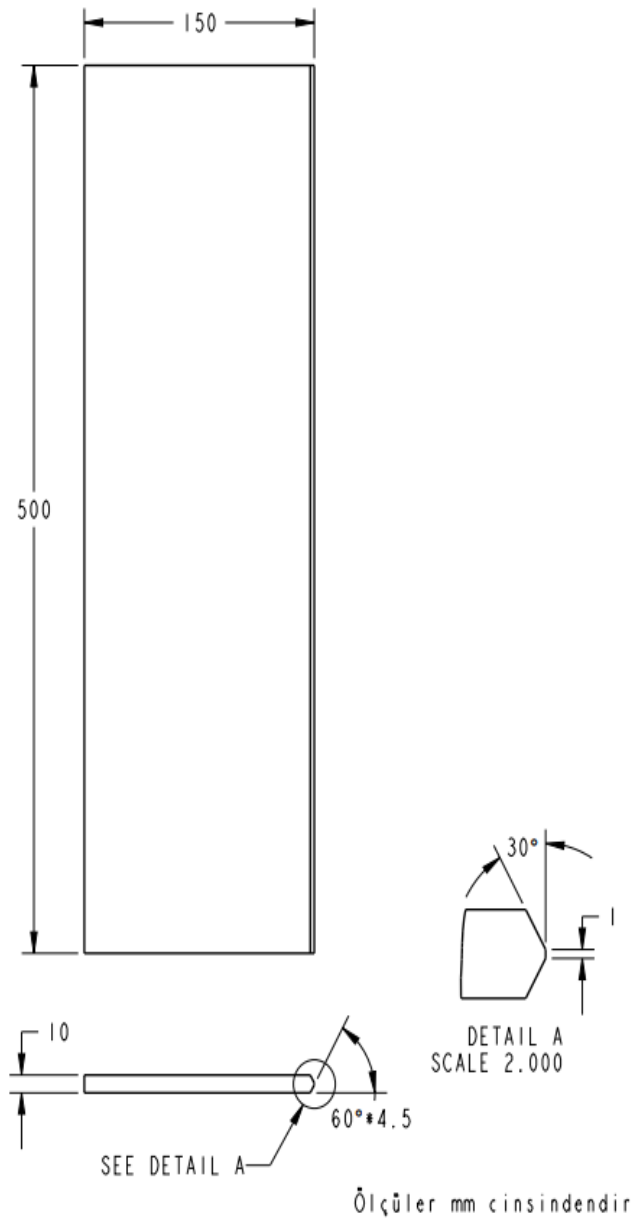


Şekil 7. Test Numuneleri İçin Sac Kalitesi ve Kaynak Teli Eşleştirmesi

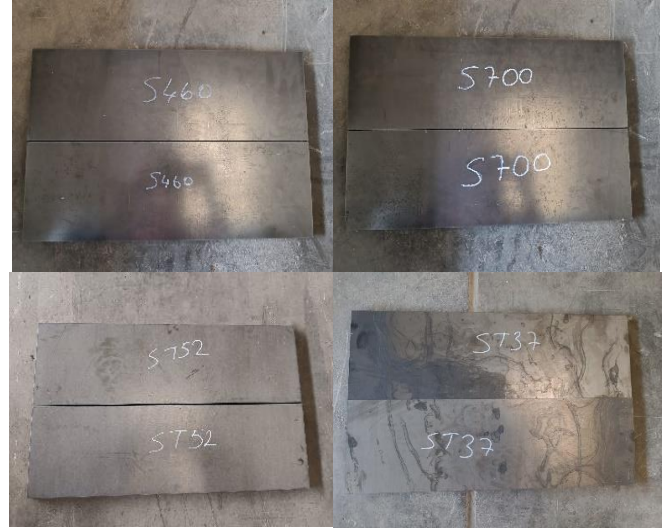
II. NUMUNE HAZIRLAMA

S700 MC, S460 MC, ST52 ve ST37 olmak üzere farklı kalitede ki saclardan kaynaklı çekme test numunelerinin oluşturulabilmesi adına belirtilen kalitede ki saclardan kaynaklı komple oluşturmak adına numune kesimler yapılmıştır. Sac kesim resmi

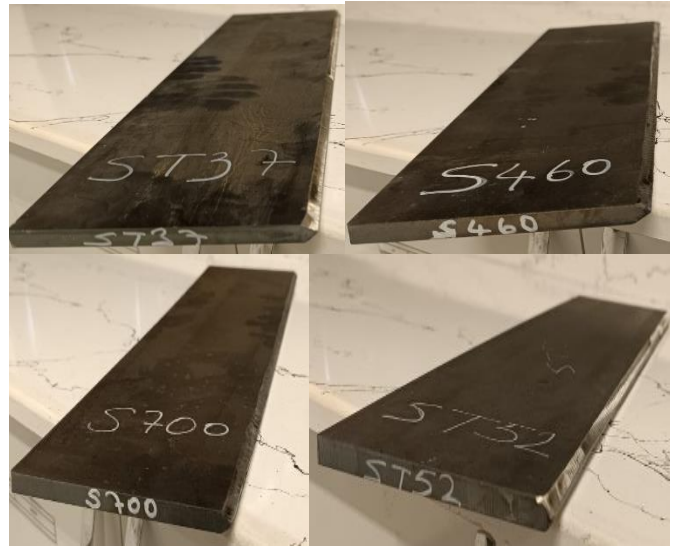
Şekil 13’de gösterilmiştir. Kesilen sacların birer kenarlarına altı ve üstü olmak üzere kaynak ağzı açılmıştır. Şekil 12’de belirtilen kaynaklı kompleleri oluşturan kalite bileşenlerine göre kaynak çalışması gerçekleştirilmiştir (Şekil 14). Kaynaklı imalat çalışmaları gerçekleştirildikten sonra kaynaklar Şekil 15’de gösterilen çekme testi numunesinin ortasında kalacak şekilde lazer kesim yapılarak test numunelerinin imalat çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Test numunelerinin kaynaklı saclar üzerinde ki yerleşimleri Şekil 16’da gösterilmiştir. Lazer kesim resmi Şekil 17’de gösterilmiştir. Test numunesi görselleri Şekil 18’de verilmiştir.



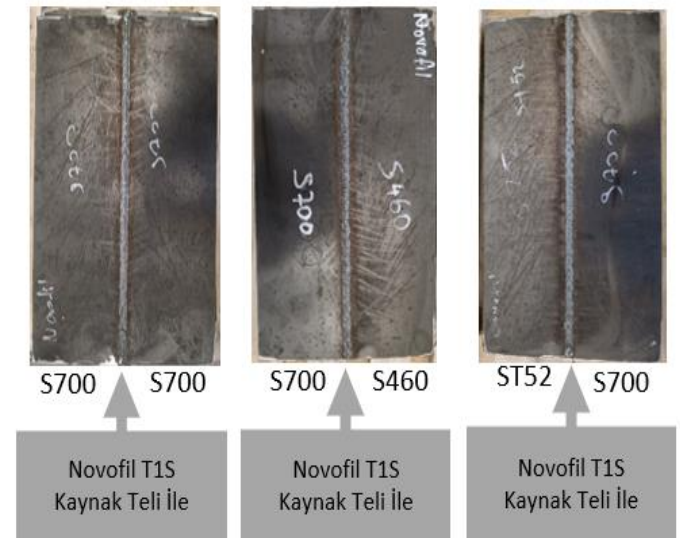
Şekil 8. Sac Numunesi Resmi (Kaynak Ağzı Standartı ; En 9692-1)



(a)



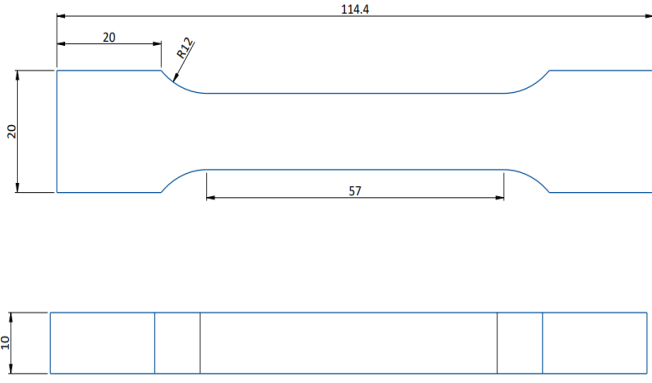
(b)



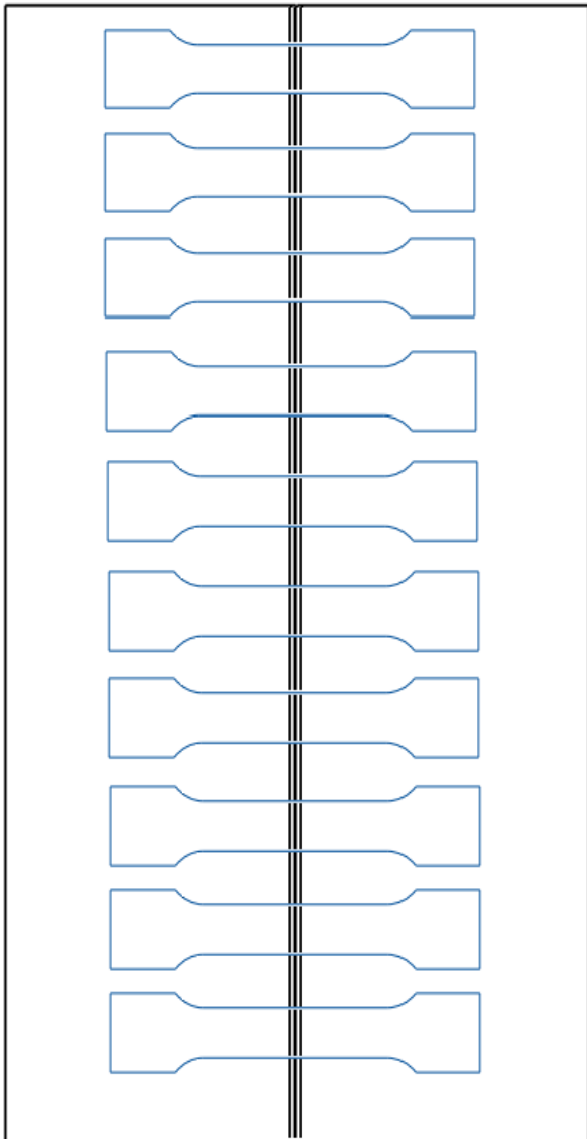


(c)

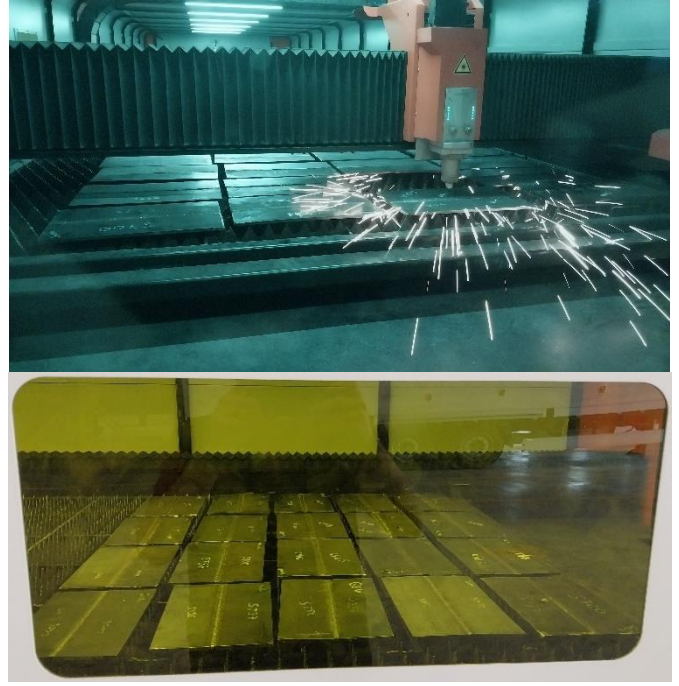
Şekil 9. Numune Sac Resimleri (a) , Numune Sacların Kaynak Ağzı Resimleri (b), Kaynaklı Numune Resimleri (c)



Şekil 10. Çekme Testi Numunesi Teknik Resmi



Şekil 11. Test Numunelerinin Kaynaklı Kompleler Üzerine Yerleşimi



Şekil 12. Test Numunesi Lazer Kesim Resmi



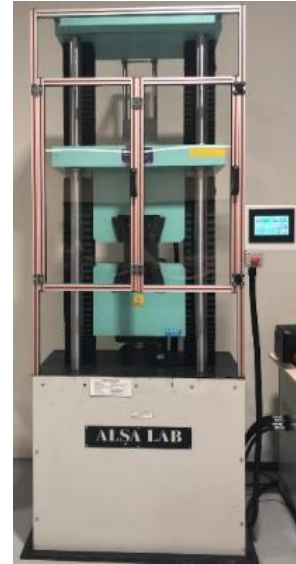


Şekil 13. Test numunesi resimleri gelecek

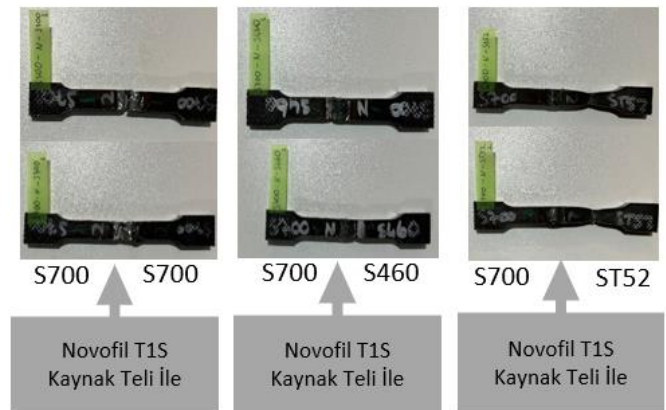
III. TEST ÇALIŞMALARI

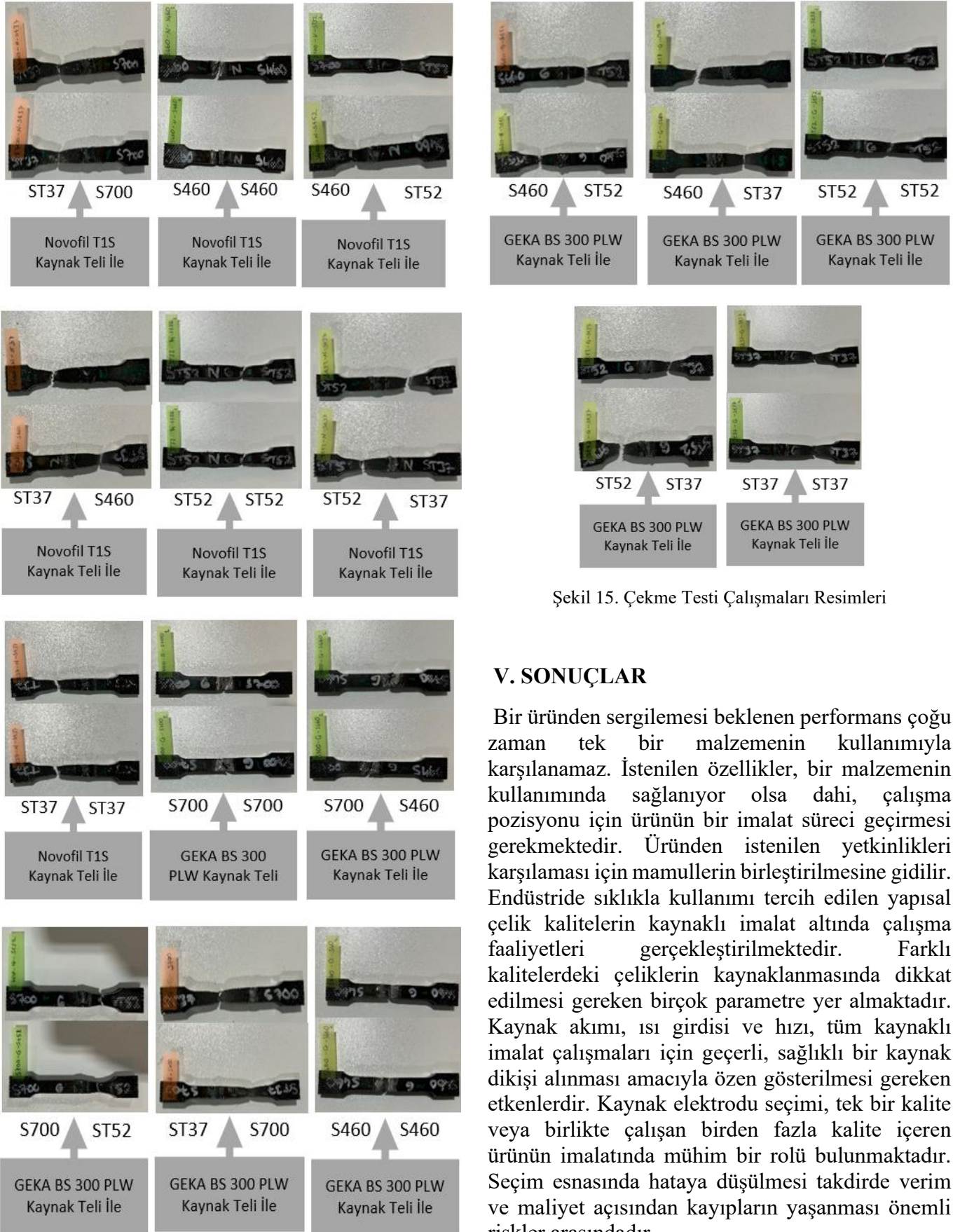
Çelik Malzemelerin otomotiv başta olmak üzere birçok sektörde sıkça kullanılıyor olması ile birlikte parçaların kullanım koşullarının, birliktelik eşleniklerinin ve kaynak teli seçiminin önem arz ettiği görülmüştür. Bu sebep ile parça imalatı

öncesinde bütün bu etkenlerin tespit edilmesi ve kaynaklı imalat için seçeneklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu noktadan çıkış ile çelik malzeme kalitesinin ve kaynak teli seçiminin kaynaklı parça mukavemetine etkisinin belirlenmesi ve seçim kriterleri içerisinde değerlendirilmesi elzemdir. Bu sebeple test gerekliliği tespit edilmiştir. Çekme testi çalışmaları, test numuneleri Şekil 12’de gösterildiği eşleşmeler ile imal edildikten sonra laboratuvar ortamında ve oda sıcaklığında 300kn kapasiteye sahip Alşa marka ve modeli cihazda gerçekleştirilmiştir. Çekme testi numuneleri teknik ölçüleri Şekil 15’de gösterilmiştir. Çekme test cihazının resmi Şekil 19’de gösterilmiştir. Çekme testi çalışmalarının resimleri Şekil 20’da gösterilmiştir.



Şekil 14. Çekme Testi Cihazı





Şekil 15. Çekme Testi Çalışmaları Resimleri

V. SONUÇLAR

Bir üründen sergilemesi beklenen performans çoğu zaman tek bir malzemenin kullanımıyla karşılanamaz. İstenilen özellikler, bir malzemenin kullanımında sağlanıyor olsa dahi, çalışma pozisyonu için ürünün bir imalat süreci geçirmesi gerekmektedir. Üründen istenilen yetkinlikleri karşılaması için mamullerin birleştirilmesine gidilir. Endüstride sıklıkla kullanımı tercih edilen yapısal çelik kalitelerin kaynaklı imalat altında çalışma faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Farklı kalitelerdeki çeliklerin kaynaklanmasında dikkat edilmesi gereken birçok parametre yer almaktadır. Kaynak akımı, ısı girdisi ve hızı, tüm kaynaklı imalat çalışmaları için geçerli, sağlıklı bir kaynak dikişi alınması amacıyla özen gösterilmesi gereken etkenlerdir. Kaynak elektrodu seçimi, tek bir kalite veya birlikte çalışan birden fazla kalite içeren ürünün imalatında mühim bir rolü bulunmaktadır. Seçim esnasında hataya düşülmesi takdirde verim ve maliyet açısından kayıpların yaşanması önemli riskler arasındadır.

Bu çalışmada düşük karbonlu, St37, St52, S460, S700 kalite çelik sacların oluştuğu, farklı kombinasyonlar üzerinden ilerlenmiştir. Tercih

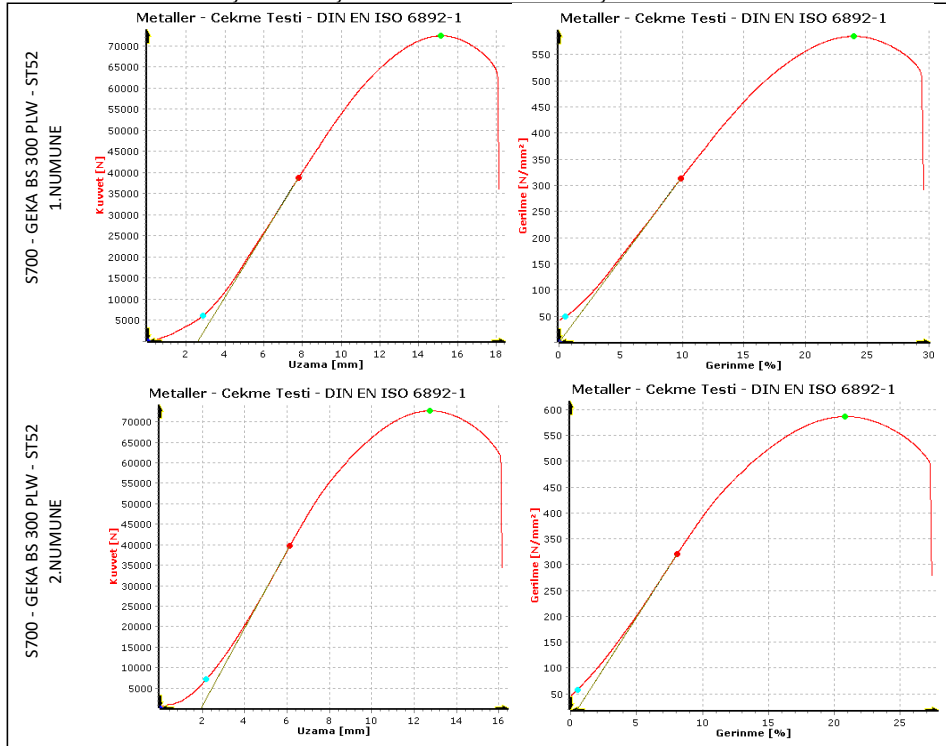
edilen Novofil T1S ve Geka NS 300 PLW kaynak elektrodları kullanımıyla da oluşturulan kombinasyonlar kaynaklanmıştır. Kaynaklı plakalardan alınan çekme testi numuneleri ile mekanik özelliklerin tayini hedeflenmiştir. Elde edilen 20 farklı kombinasyondaki numunelerin her birinden ikişer adet numune, çekme testlerine tabii tutularak, kuvvet-uzama ve gerilme-birim şekil değişimi diyagramları hesaplanmıştır. Eğri üzerinden gerilme değerlerinin incelenmesi sonucunda, her bir numuneye ait akma ve çekme mukavemeti değerleri okunmuştur. Şekil 16' da verilen tablodan test sonuçlarına dair değerler görülmektedir. Çeşitli kalitelere sahip çelik sacların kombinasyonunda, iki farklı elektrodla kaynaklanmış olan numunelerin akma ve çekme mukavemet değerleri karşılaştırmalı olarak incelendiğinde, aralarında 60 MPa değerinden daha az farklar alınmaktadır. Bu farkın sebebi kaynağın uygulama sırasındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. S700-St52, S700-S460, St37-S700, S460-St52, St37-S460 şeklinde eşleşmiş kaynaklı numunelerin akma değerleri, elektrot olarak GEKA BS 300 PLW kullanılan kombinasyonlarda, Novofil T1S elektroduna göre daha yüksek akma değerleri okundu. St52-St52, St37-St37, S460-S460, S700-S700, St52-St37

kombinasyonlu numunelerde ise Novofil T1S elektrodu kullanımıyla daha yüksek akma mukavemeti alındı. Çekme testi uygulaması ardından, kombinasyonunda S700 veya S460 kalite yapısal çelik bulunduran numunelerde kopma, kaynak bölgesinde gerçekleşmiştir. St37 ve St52 kalitelerinin yer aldığı numunelerde ise kopmalar numunenin sac bölgelerinde gelişti. St37-St52 birlikteliğinde oluşturulmuş çekme testi numuneleri, kullanılan elektrot çeşidi farketmeksizin, St37 kalite çelik sac üzerinden koptu. Mekanik özelliklerin de tayin edilmesiyle, numunelere uygulanan kaynak işleminde kullanılmış her iki kaynak elektrodunun da minimum akma değerinin St52 kalite çelikten yani 355 MPa değerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Elektrodların üst akma değeri ise, S460 kalitenin dahil olduğu numunelerde, kopmanın kaynak bölgesinde görülmesi sonucunda en yüksek 460 MPa dahil olmayacak şekilde sınırlandırılabilir. Akma mukavemeti değerleri arasında 100 MPa ve üzeri fark bulunan çelik kalitelerinin kaynaklı birleşimlerinde, GEKA NS 300 PLW elektrodunun daha iyi çalıştığı ayırt edilmektedir. Eş kalitelerin kaynaklanmasında da Novofil T1S elektrodundan daha yüksek verim alındığı sonucuna varılmıştır.

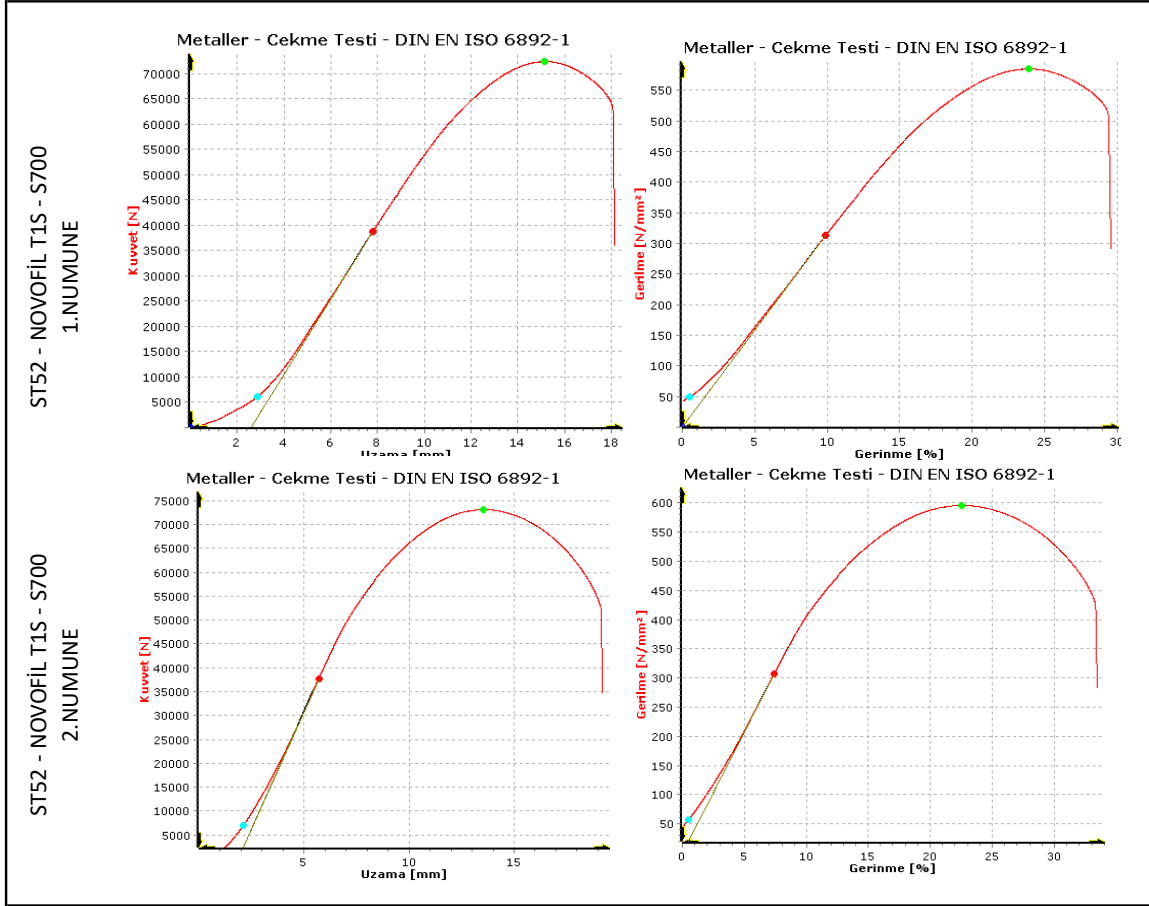
ÇEKME TESTİ NUMUNE ÖLÇÜM TABLOSU (mm)							Akma Muk.	Çekme Muk.	Kırılan Bölge
NUMUNE ADI/NO	Kaynak Teli	Numune	a	b	Lo	Lc	MPa	MPa	
S700 - St52	GEKA BS 300 PLW	1	12,33	10,05	57,35	71,50	312,5168965	584,3451034	St52
		2	12,31	10,06	57,3	71,60	320,8450354	585,8684068	
	Novofil T1S	1	12,33	10,04	57,27	74	292,3827803	594,72572	
		2	12,26	10,01	57,35	71	307,4983744	595,7337931	
S700 - S460	GEKA BS 300 PLW	1	12,50	10,15	57,20	72	433,4975369	728,4334975	KAYNAK
		2	12,37	10,13	57,25	72	380,6617449	811,5277464	
	Novofil T1S	1	12,32	10,02	57,33	72	369,747518	785,0694714	
		2	12,33	10,03	57,35	72	515,1293888	725,7384376	
St52 - St52	GEKA BS 300 PLW	1	12,20	10,00	57,20	70	289,9836066	564,8688525	St52
		2	12,23	10,01	57,10	68	321,7551051	560,7965215	
	Novofil T1S	1	12,18	10,05	57,5	73	335,8331495	580,5945641	
		2	12,3	10,05	57,35	70	341,8605971	573,7329612	
St37 - St37	GEKA BS 300 PLW	1	12,23	10,05	57,23	71	235,942121	463,7483067	St37
		2	12,21	10,03	57,1	72	216,3860589	457,2686527	
	Novofil T1S	1	12,32	9,98	57,59	68	248,9801031	446,5424355	
		2	12,42	9,96	57,13	71	244,0518919	445,4371431	

S460 - S460	GEKA BS 300 PLW	1	12,26	10,05	56,65	72	458,5555096	787,2545916	KAYNAK
		2	12,25	10,06	56,70	74	454,416359	754,655739	
	Novofil T1S	1	12,23	10,02	57,08	72	465,1367747	677,7374674	
		2	12,11	10,02	57,53	73	482,6597837	728,8066312	
St37 - S700	GEKA BS 300 PLW	1	12,26	10,03	57,05	71	242,6326242	464,3817325	St37
		2	12,19	10,01	57,1	70	276,0406124	458,1390718	
	Novofil T1S	1	12,16	10,03	57,62	74	266,4703259	442,7506953	
		2	12,11	10,01	57,53	73	284,1749497	444,2213443	
S700 - S700	GEKA BS 300 PLW	1	12,29	10,06	57,3	73	461,0255473	792,6404146	KAYNAK
		2	12,26	10,01	57,32	72	464,4621284	831,1427561	
	Novofil T1S	1	12,23	10,02	57,20	74	538,5794233	685,4647206	
		2	12,19	10,03	57,22	72	531,6290669	682,9388782	
S460 - St52	GEKA BS 300 PLW	1	12,25	10,07	57,61	71	375,1697303	607,7700991	St52
		2	12,38	10,05	57,41	73	367,0018245	601,6524807	
	Novofil T1S	1	12,32	10,02	57,11	71	349,3986054	573,7064831	
		2	12,21	10,01	57,21	72	314,9430422	578,6351241	
St37 - S460	GEKA BS 300 PLW	1	12,32	10,05	57,3	72,5	262,0824449	439,9754474	St37
		2	12,15	10,01	57,23	73	250,0133611	446,7960024	
	Novofil T1S	1	12,33	10,05	57,15	72	248,57061	441,5796121	
		2	12,28	10,03	57,1	72,5	265,0192744	448,5604671	
St52 - St37	GEKA BS 300 PLW	1	12,22	10,05	57,35	70	297,6687756	475,3645846	St37
		2	12,26	10,07	57,23	73	271,3113213	472,6296026	
	Novofil T1S	1	12,16	10,03	57,43	70	317,8212074	463,09263	
		2	12,25	10,04	57,48	70	313,5539475	458,8340515	

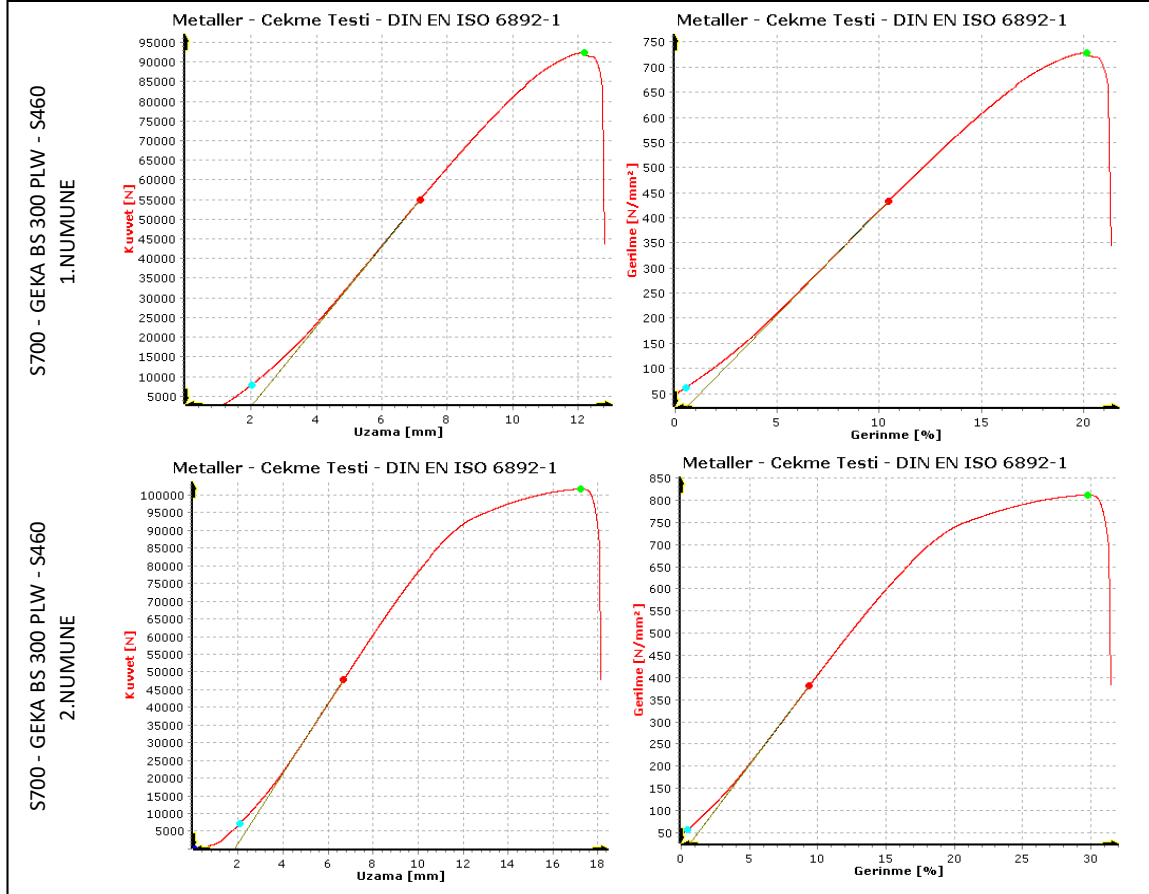
Şekil 16. Çekme Testi Numune Ölçüm Tablosu



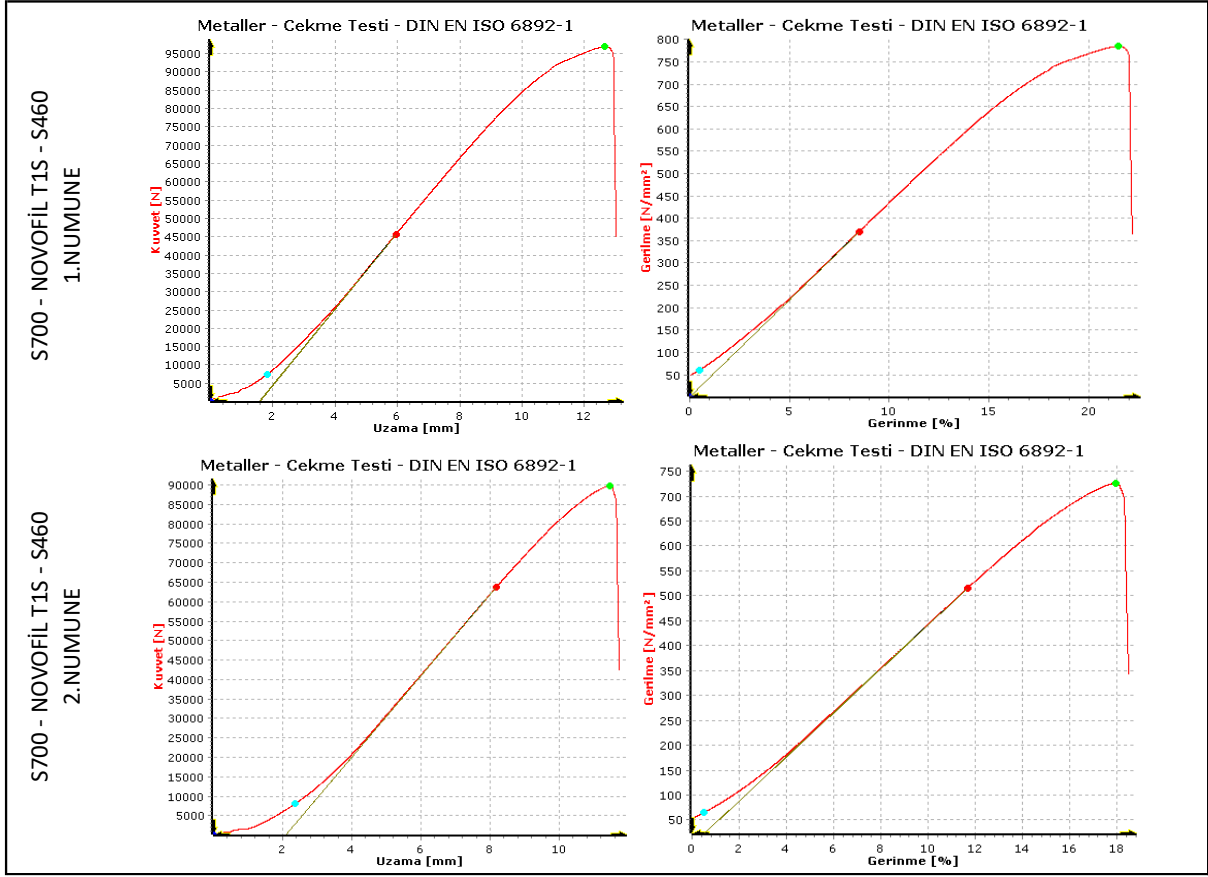
Şekil 17. S700 - Geka NS 300 PLW - ST52 Grafikleri



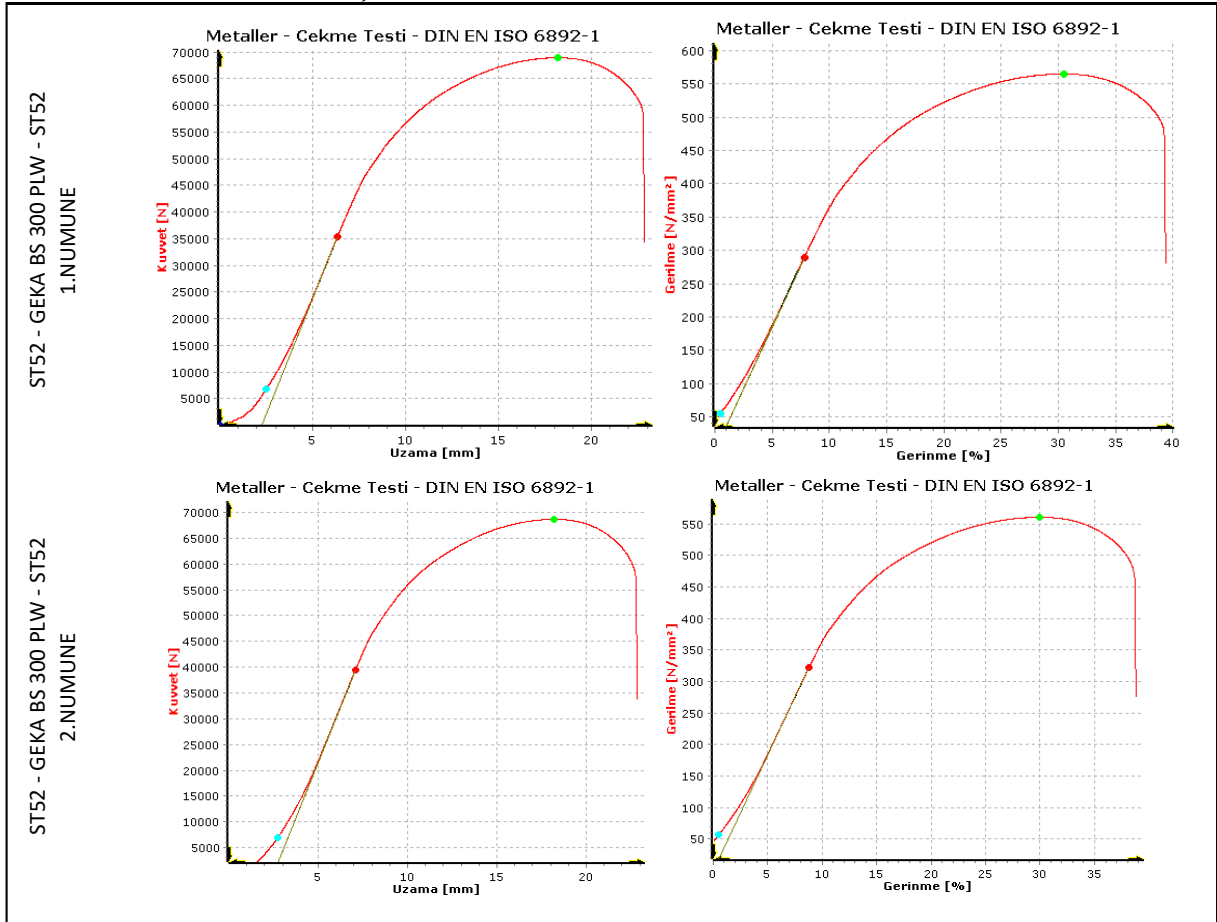
Şekil 18. S700 – Novofil T1S – ST52 Grafikleri



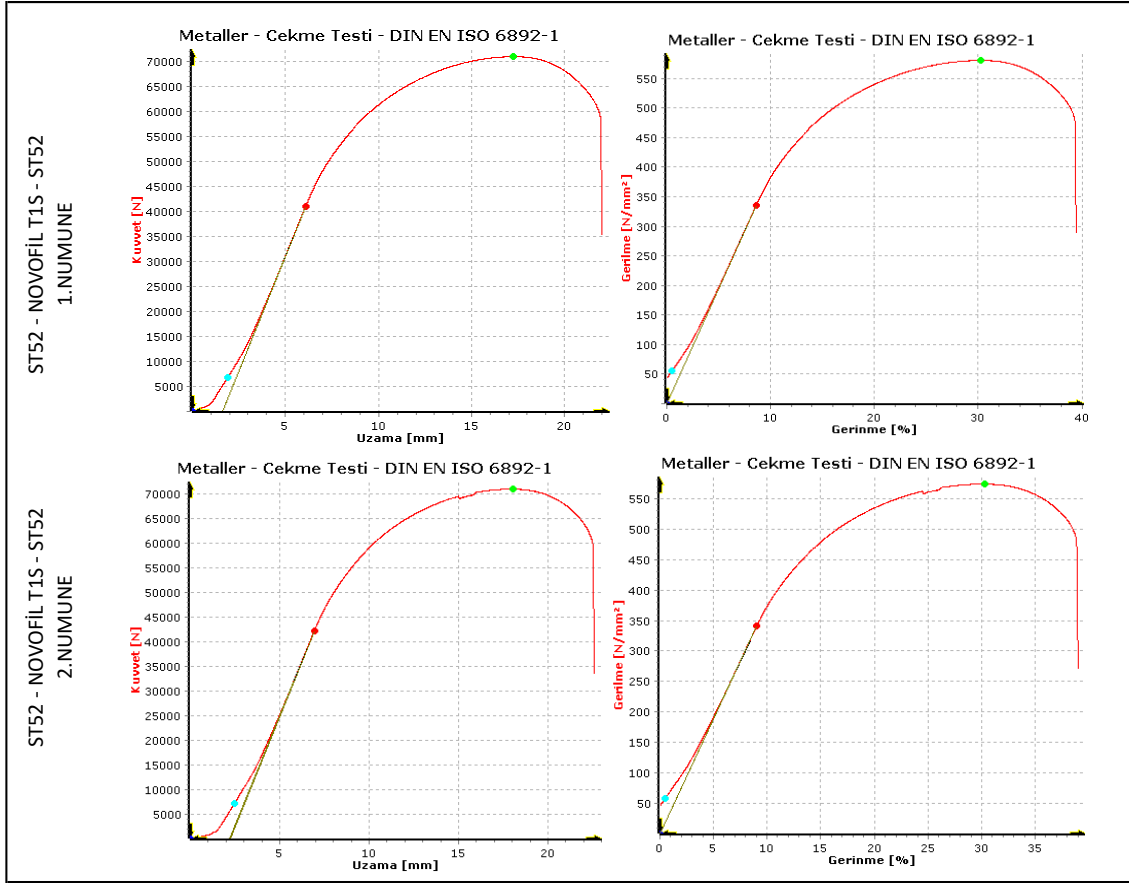
Şekil 19. S700 – Geka NS 300 PLW – S460 Grafikleri



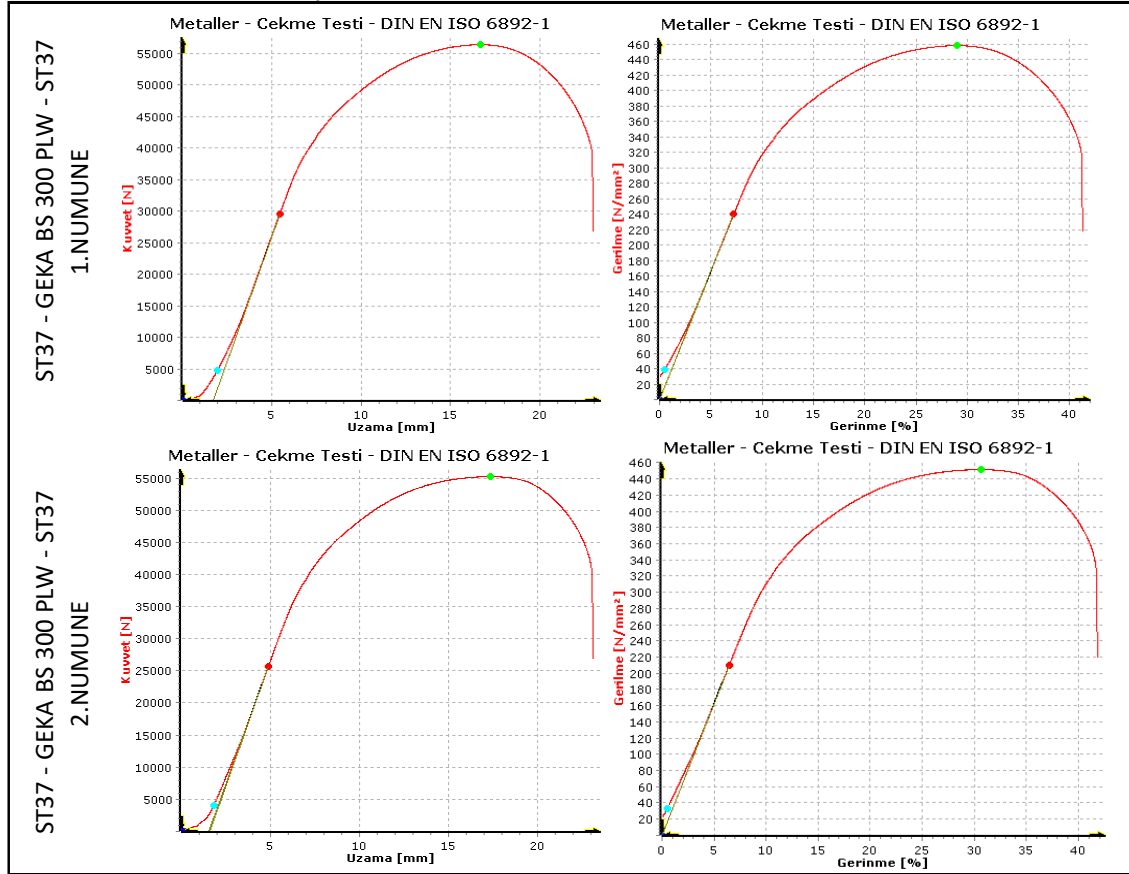
Şekil 20. S700 – Novofil T1S – S460 Grafikleri



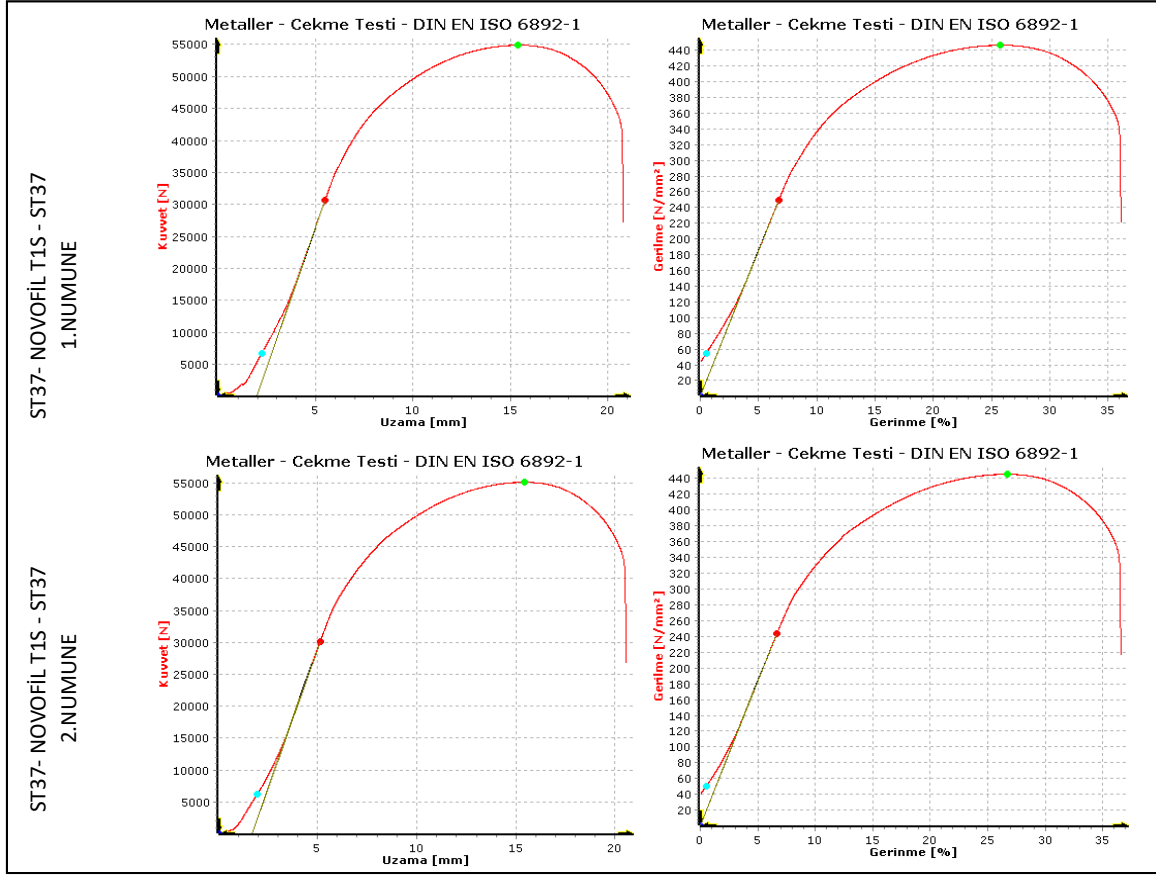
Şekil 21. ST52 – Novofil T1S – ST52 Grafikleri



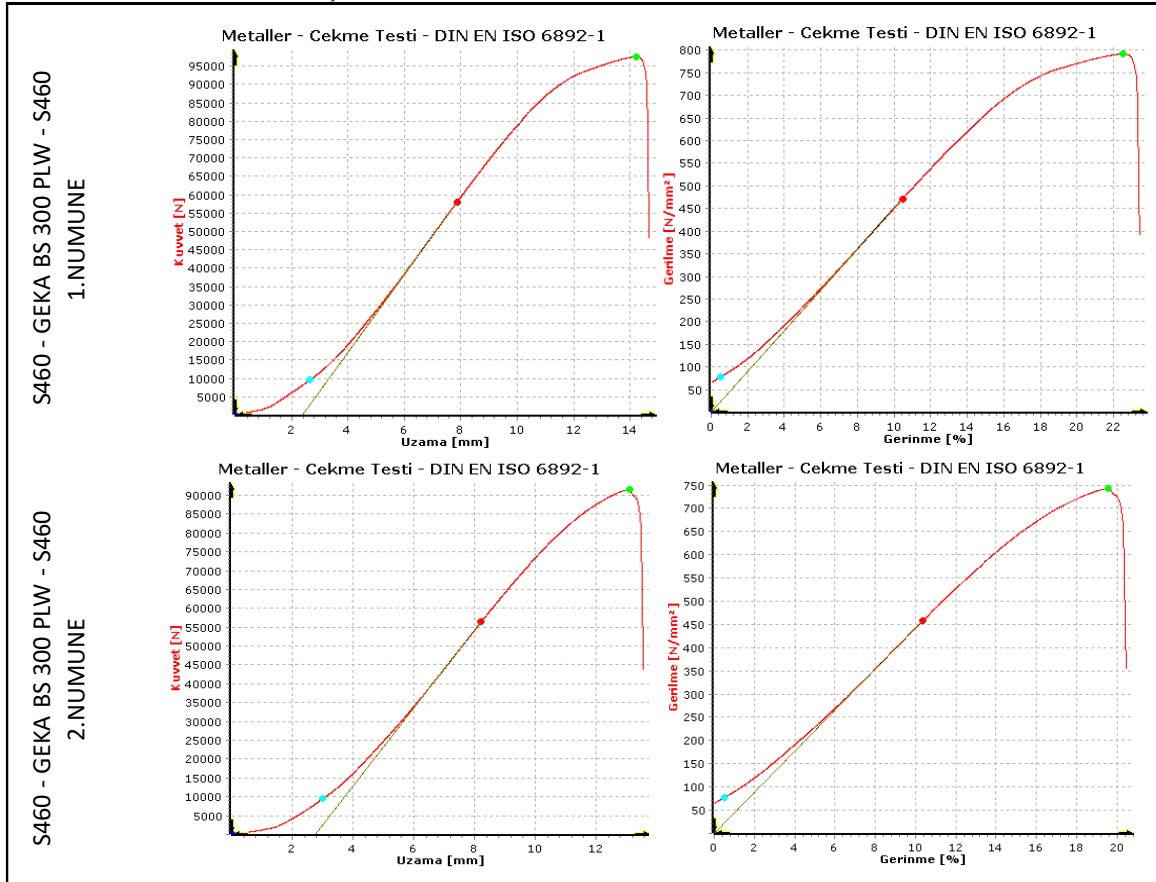
Şekil 22. ST52 – Novofil T1S – ST52 Grafikleri



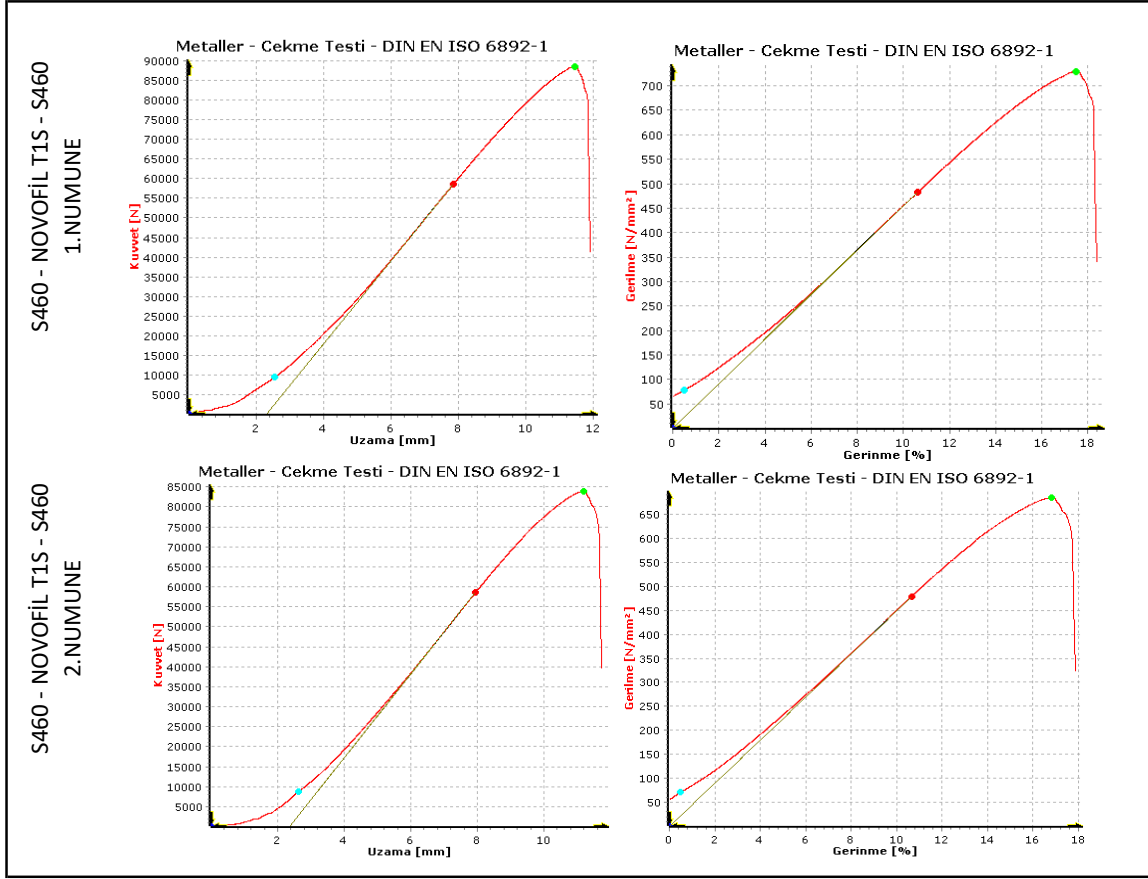
Şekil 23. ST37 – Geka NS 300 PLW – ST37 Grafikleri



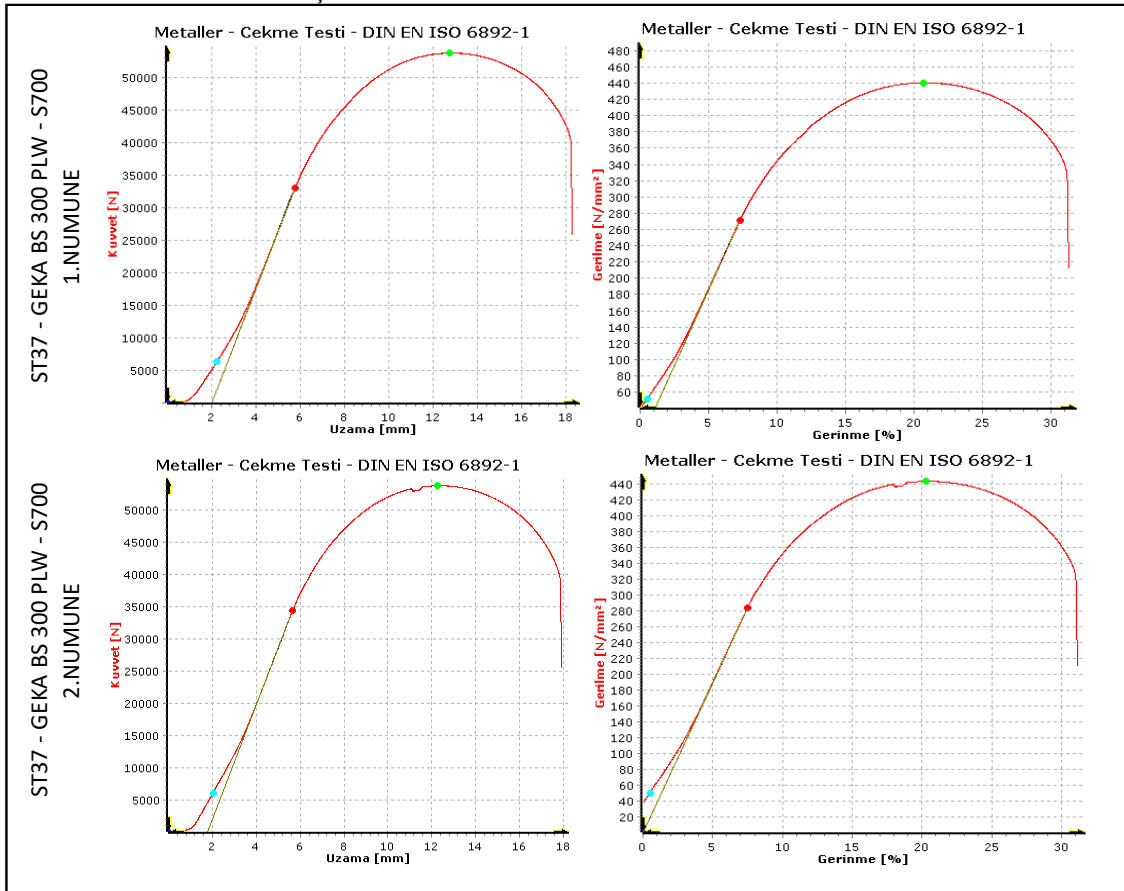
Şekil 24. ST37 – Novofil T1S – ST37 Grafikleri



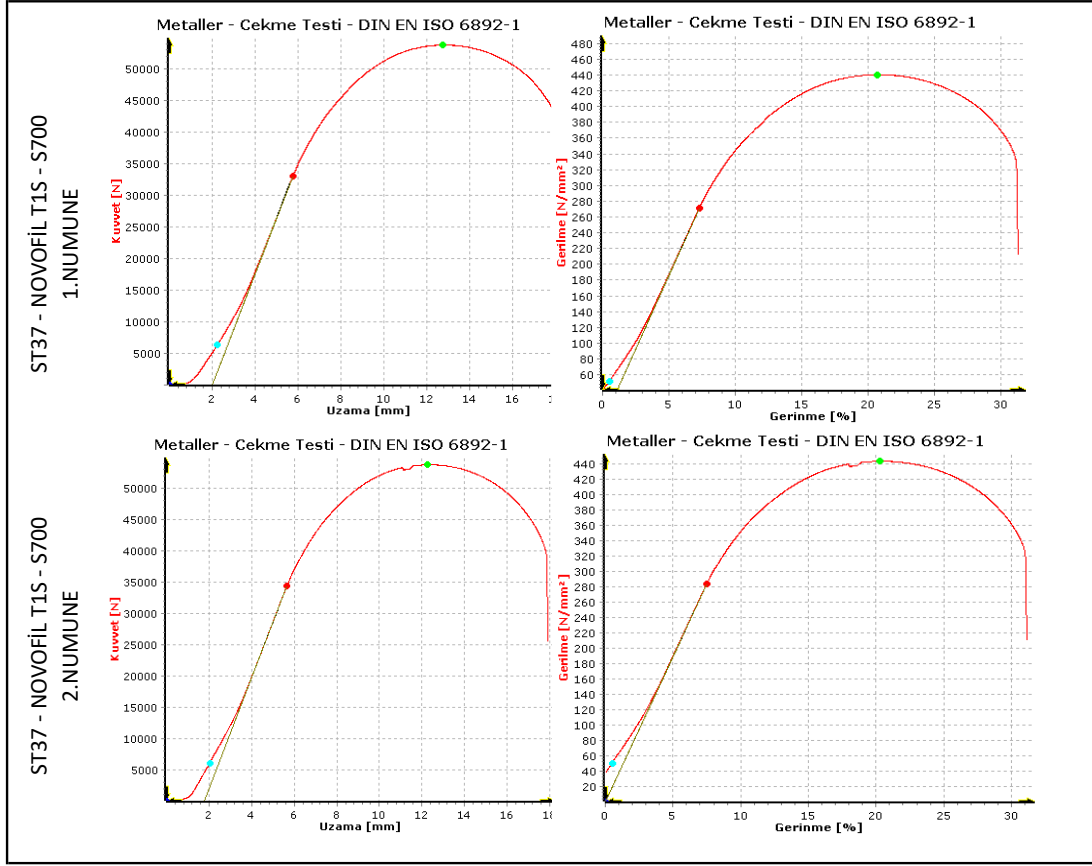
Şekil 25. S460 – Geka NS 300 PLW – S460 Grafikleri



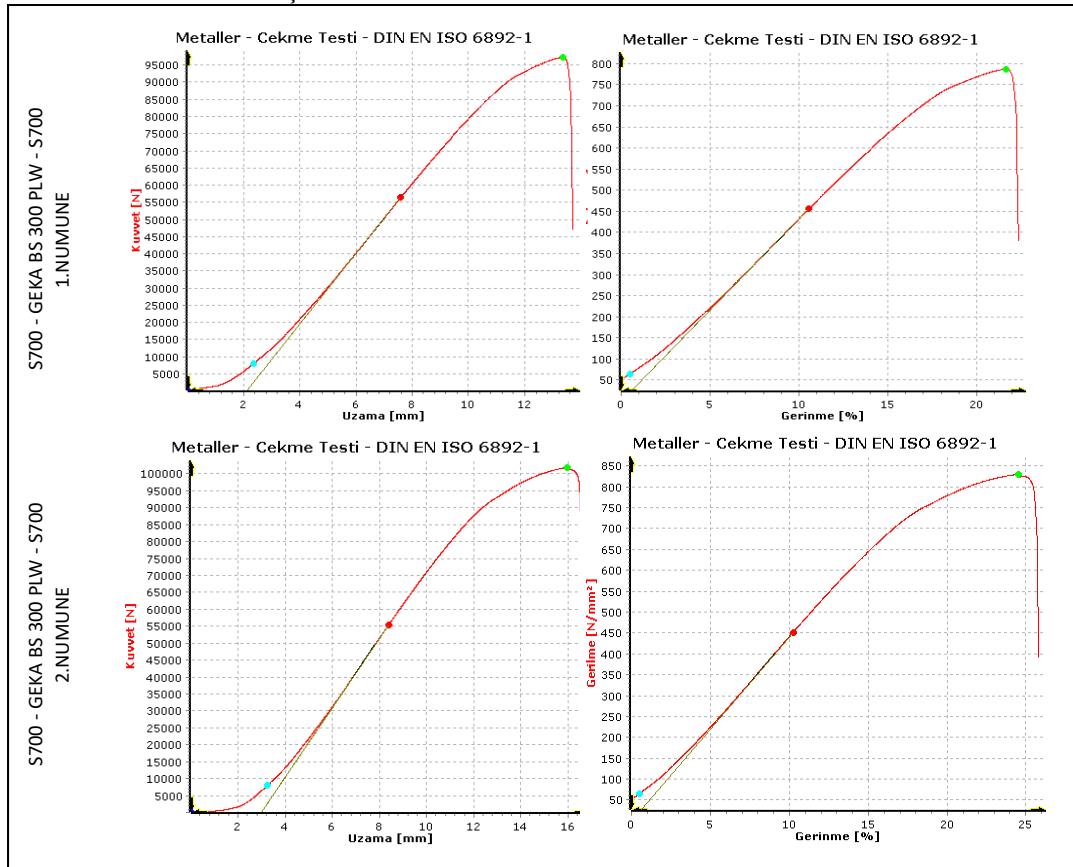
Şekil 26. S460 – Novofil T1S – S460 Grafikleri



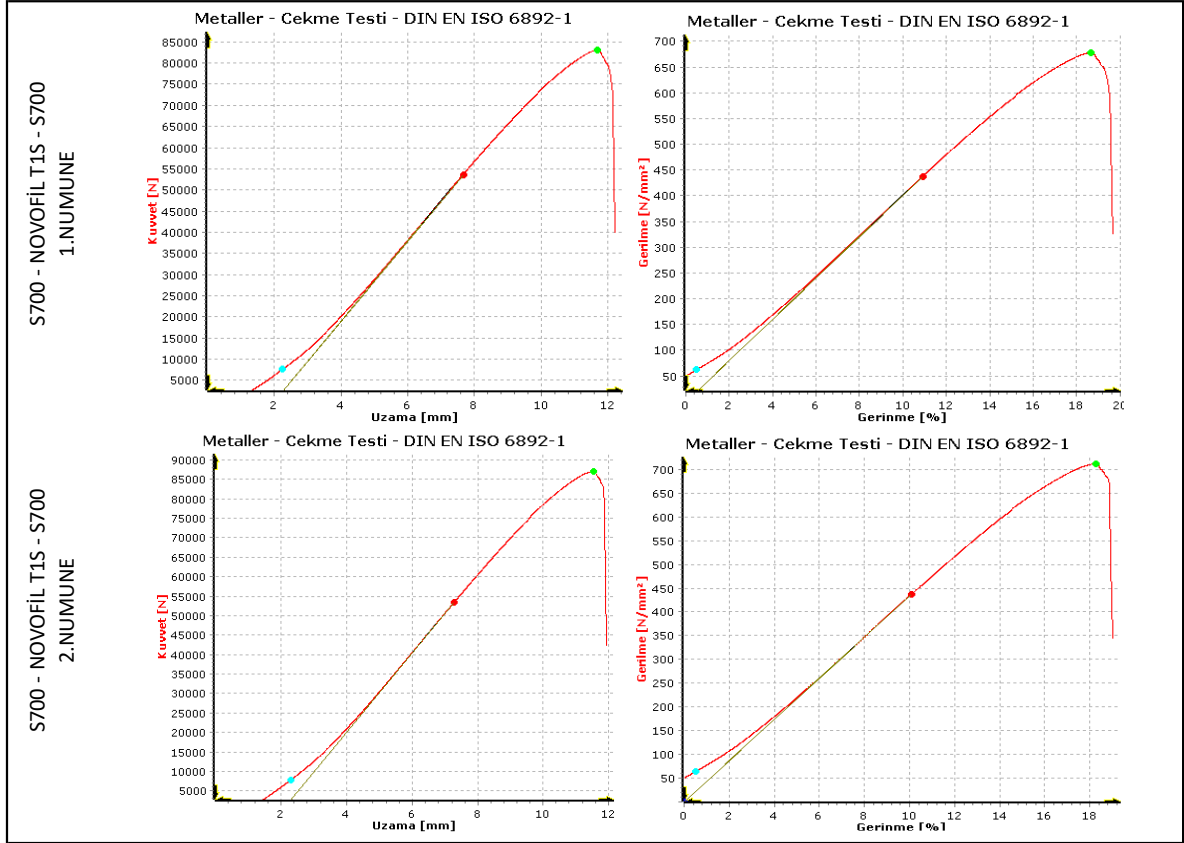
Şekil 27. ST37 – Geka NS 300 PLW – ST37 Grafikleri



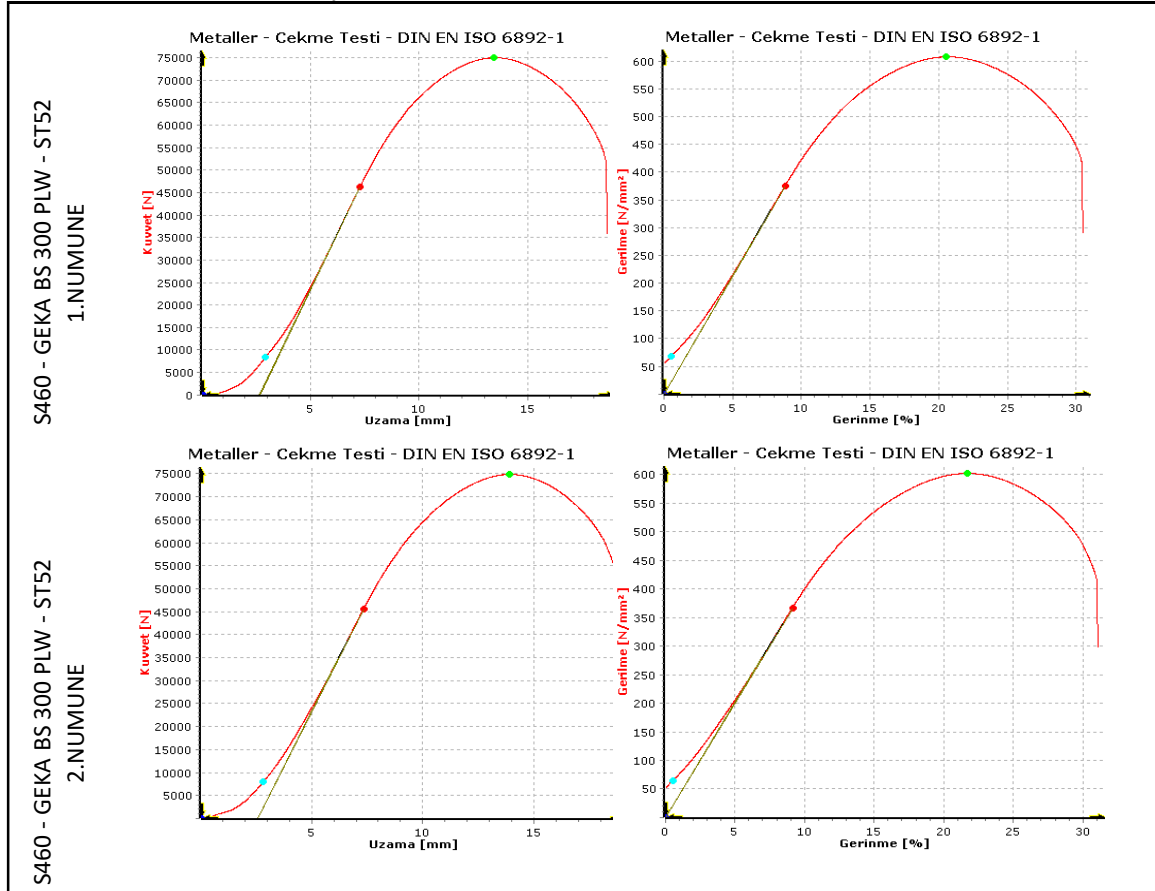
Şekil 28. ST37 – Novofil T15 – ST37 Grafikleri



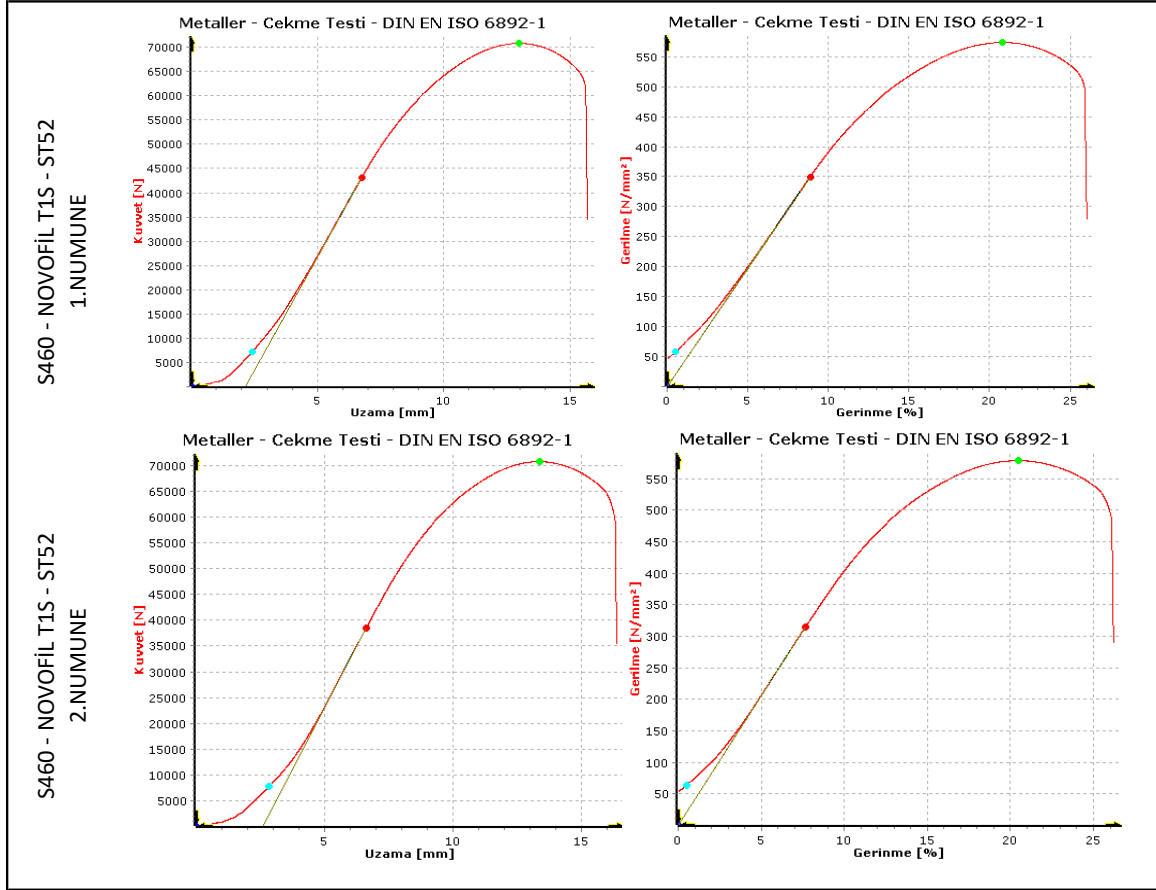
Şekil 29. S700 – Geka NS 300 PLW – S700 Grafikleri



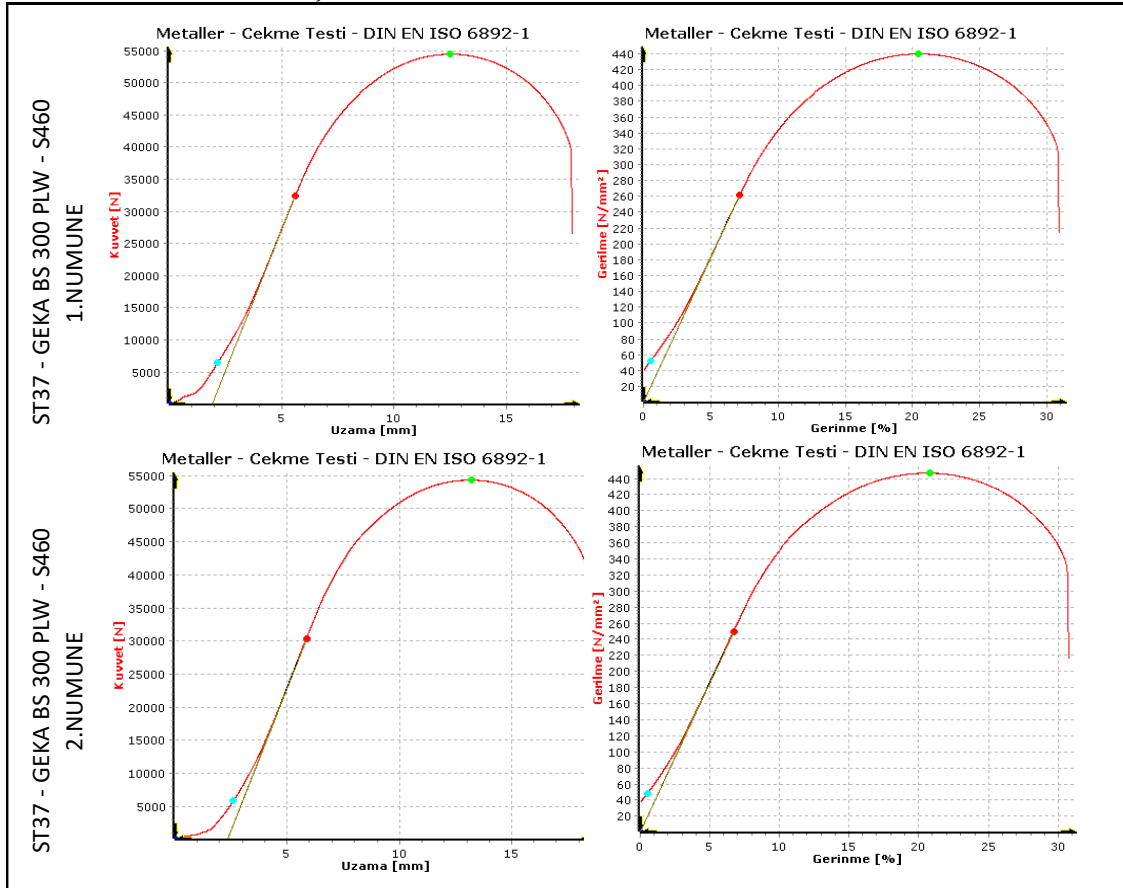
Şekil 30. S700 – Novofil T1S – S700 Grafikleri



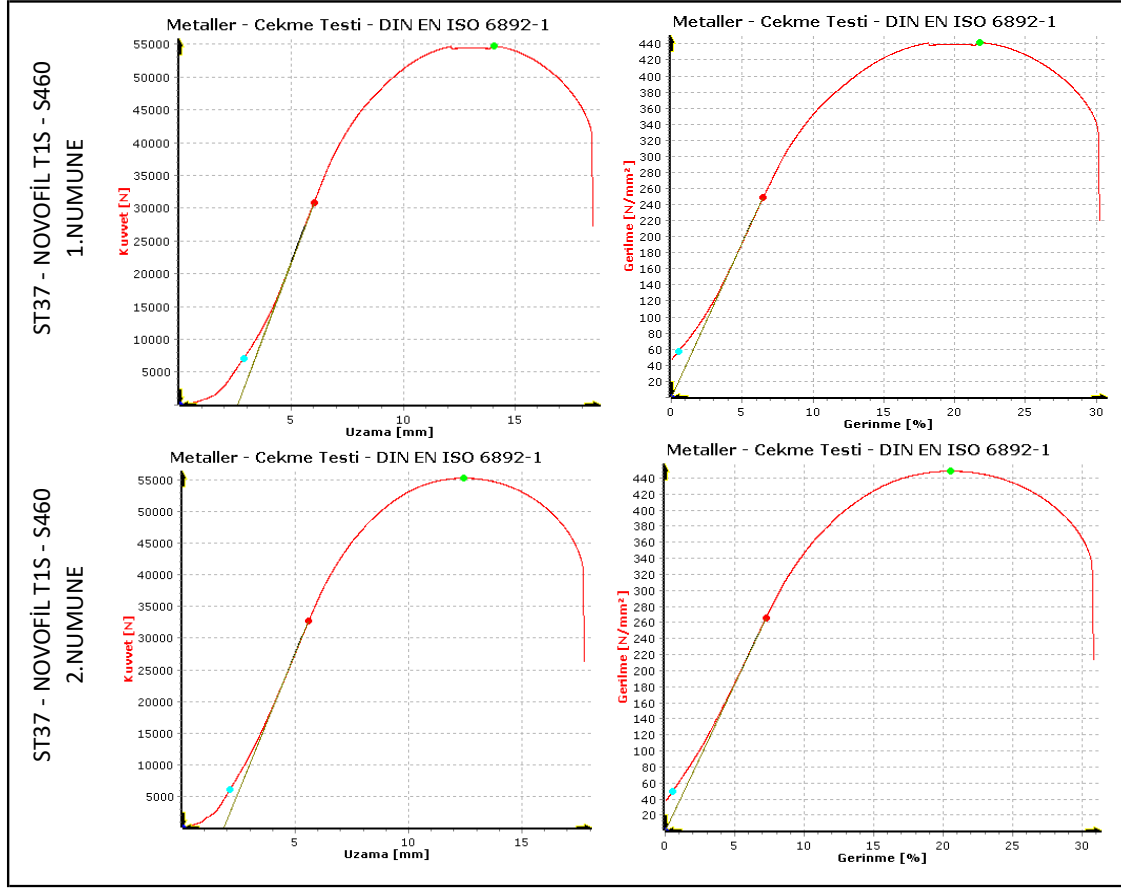
Şekil 31. S460 – Geka NS 300 PLW – ST52 Grafikleri



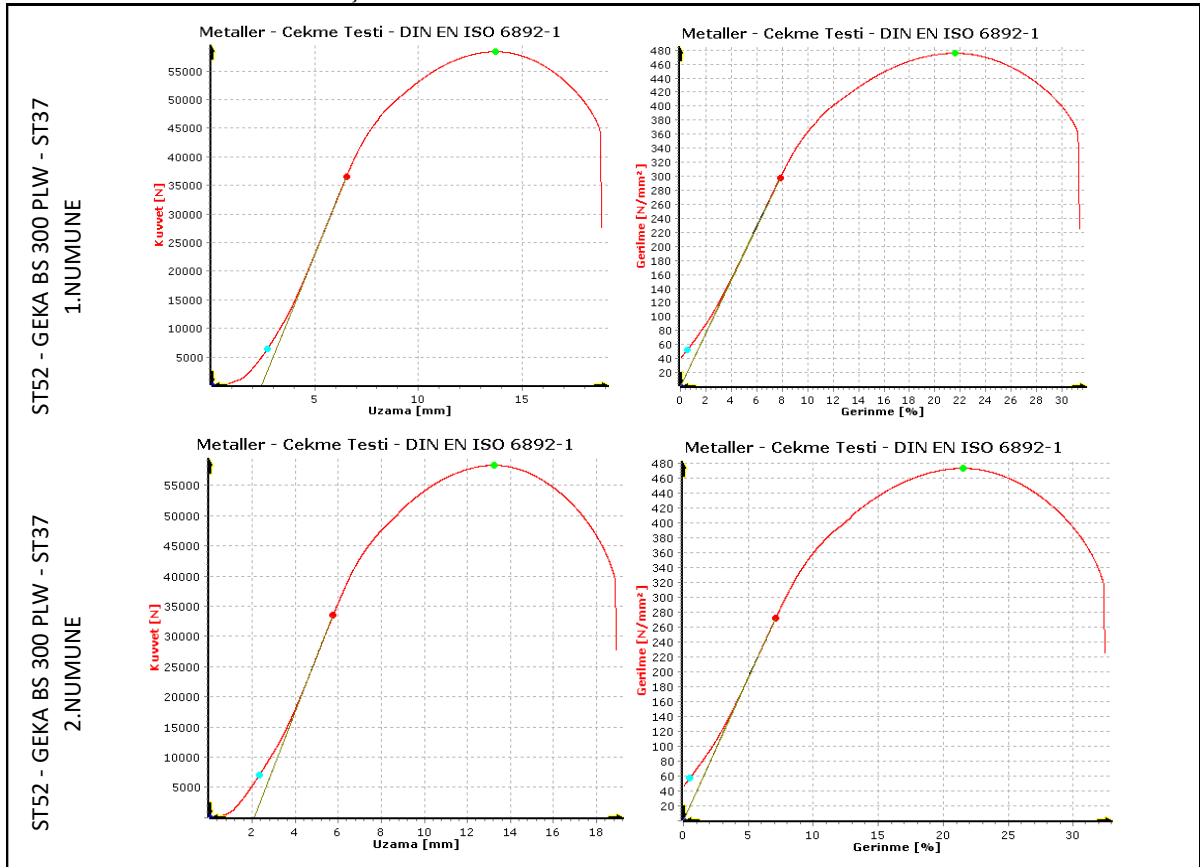
Şekil 32. S460 – Novofil T1S – ST52 Grafikleri



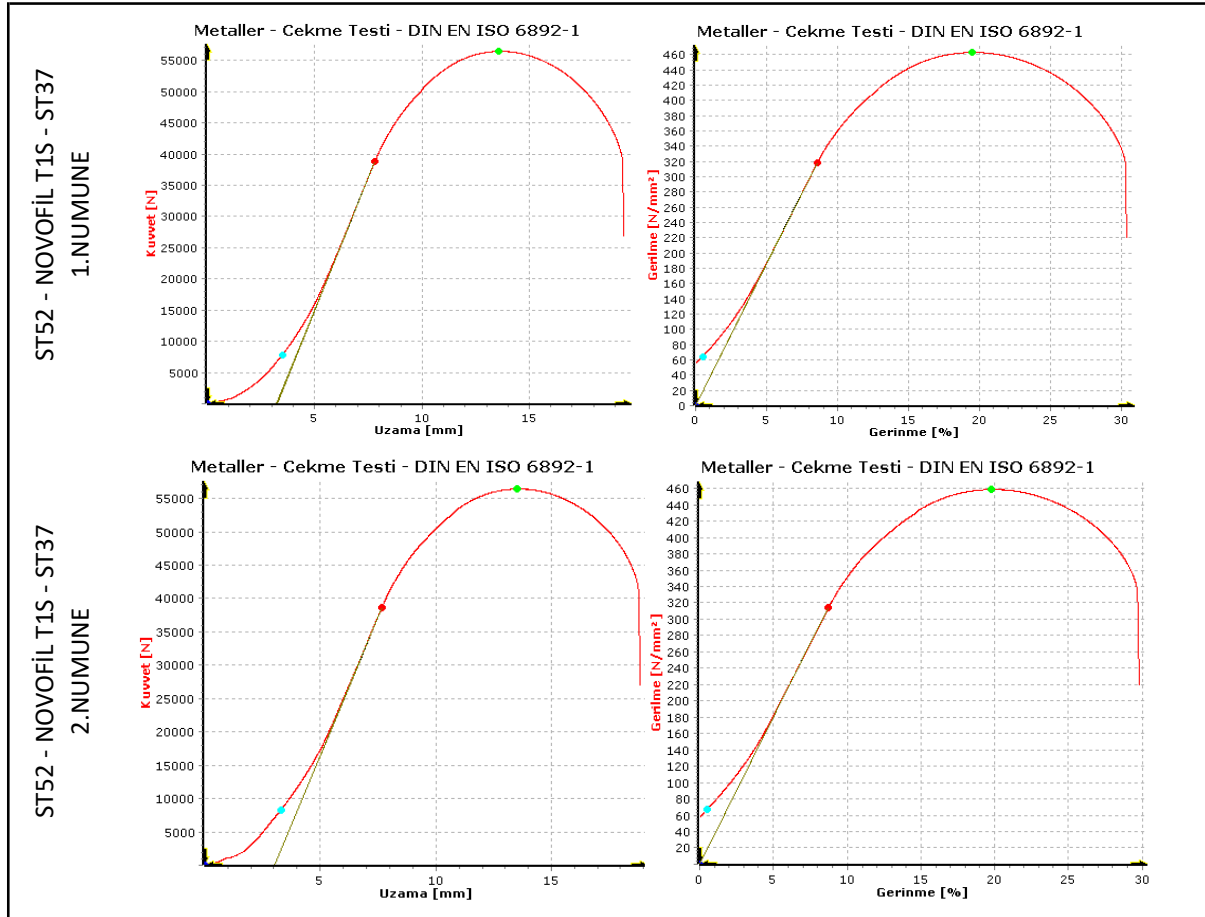
Şekil 33. ST37 – Geka NS 300 PLW – S460 Grafikleri



Şekil 34. ST37 – Novofil T1S – S460 Grafikleri



Şekil 35. ST52 – Geka NS 300 PLW – ST37 Grafikleri



Şekil 36. ST52 – Novofil T1S – ST37 Grafikleri

Teşekkürler

Yazarlar, bu çalışmada yapılan işlemler sırasında verdiği destekten dolayı Tırsan Treyler A.Ş. şirketine teşekkür eder.

Yayın Etiği Beyanı

Bu çalışma etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmez.

Araştırmacıların Katkısı

Yazarlar çalışmaya eşit katkıda bulunmuştur.

Çıkar Çatışması

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

REFERANSLAR

- [1] Yüksek, E., “Çelik Malzemelerin Aşınma ve Korozyon Dayanımını Arttırmak İçin Çeşitli Kimyasal Kaplamaların İncelenmesi”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.
- [2] Anık, S., Tülbentçi, K., Kaluç, E., “Örtülü Elektrod İle Elektrik Ark Kaynağı”, Gedik Eğitim Vakfı Kaynak Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Muayene Enstitüsü, İstanbul, 1991.
- [3] “Yassı Ürün Kataloğu” OYAK, Maden Metalurji Grubu, 2020.
- [4] Vural, M., Piroğlu F., Çağlayan, Ö. B., Uzgider, E., “Yapı Çeliklerinin Kaynaklanabilirliği”, Tmh - Türkiye Mühendislik Haberleri, 426-2003/4.
- [5] Çetin, M. H., Korkmaz, Ş., Elgaddafi, K. A. B., Çuğ, H., “Östenitik Paslanmaz Çelik ile Düşük Karbonlu Çeliğin Kaynak Edilebilirliğinin Araştırılması ve Kaynak Parametrelerinin Optimizasyonu”, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 1068-1081, 2018/6.

[6] Çelik, A., Özel, A., Karadeniz, S., “Farklı Metallerin Kaynağında Gerilme Yığılmalarının İncelenmesi”, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 55-60, 1996/1.

[7] Kılınçer, S., Kahraman, N., “AISI 409 Ve Ç1010 Çeliğin Östenitik Elektrod Kullanarak Mıg Kaynak Yöntemi İle Birleştirilmesi Ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23-31, 2009/1.

[8] Kahraman, N., Gülenç, B., Akça, H., “Ark Kaynak Yöntemi İle Birleştirilen Östenitik Paslanmaz Çelik İle Düşük Karbonlu Çeliğin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi”, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 75-85, 2002/2.

[9] Tülbentçi, K., “Mıg-Mag Eriyen Elektrod İle Gazaltı Kaynağı”, Gedik Eğitim Vakfı Kaynak Teknolojisi Eğitim Araştırma ve Muayene Enstitüsü, 1990.

[10] Tehçi, T., “AISI 316 Serisi Östenitik Paslanmaz Çeliklerde Kaynak Parametrelerinin Nüfuziyete Ve Mekanik Özelliklere Etkisi”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011/9.