



**ATMOSFERİK PLAZMA YÜZEY İŞLEMİ İLE FARKLI
ŞARTLAR ALTINDA KAÇUK-NONWOVEN ARASI
YAPIŞMA DAVRANIŞININ GELİŞTİRİLMESİ**

Mehmet TURGUT



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ATMOSFERİK PLAZMA YÜZEY İŞLEMİ İLE FARKLI ŞARTLAR ALTINDA
KAUÇUK-NONWOVEN ARASI YAPIŞMA DAVRANIŞININ GELİŞTİRİLMESİ**

Mehmet TURGUT

ORCID No : 0000-0002-0006-5440

Doç. Dr. Kadir ÇAVDAR

ORCID No : 0000-0001-9126-0315

(Danışman)

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BURSA – 2019

TEZ ONAYI

Mehmet TURGUT tarafından hazırlanan “ATMOSFERİK PLAZMA YÜZEY İŞLEMİ İLE FARKLI ŞARTLAR ALTINDA KAUÇUK-NONWOVEN ARASI YAPIŞMA DAVRANIŞININ GELİŞİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Kadir ÇAVDAR

Başkan : Doç. Dr. Kadir ÇAVDAR
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fak,
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Ali DURMUŞ
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fak,
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Celalettin YÜCE
Bursa Teknik Üniversitesi, Doğa Bil. Müh. Fak.,
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

İmza

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN

Enstitü Müdürü

5.19/2019

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

.././....

İmza

Mehmet TURGUT

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ATMOSFERİK PLAZMA YÜZEY İŞLEMİ İLE FARKLI ŞARTLAR ALTINDA KAUÇUK-NONWOVEN ARASI YAPIŞMA DAVRANIŞININ GELİŞTİRİLMESİ

Mehmet TURGUT

Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Kadir ÇAVDAR

Bu çalışmada, kauçuk malzeme ile nonwoven malzemelerin yapıştırılması sırasında uygulanan atmosferik plazma yüzey işleminin etkileri araştırılmıştır. Farklı malzemelerin yapıştırılmasında yaşanan en büyük sıkıntılardan biri malzemenin düşük yüzey enerjiye sahip olmasından dolayı ortaya çıkan yapışma problemidir. Döner mil keçelerin üretiminde büyük çoğunlukla kullanılan kauçuk malzemenin, yapıştırılmasında istenilen yapıştırma kuvvetini elde edebilmek için kauçuk malzemenin yapıştırıcı uygulanacak tabakasının yüzey enerjisini yükseltmeye ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu çalışma ile atmosferik plazma yüzey işlemi ile farklı ortam şartlarında ve farklı malzemeler kullanılarak yapışma kuvvetinde meydana gelen artış ortaya konulmuştur. Atmosferik plazma uygulanan parçaların yüzey kontrolleri de su kırılma testi ile yapılmıştır. Atmosferik plazma yüzey işlemi uygulanmış parçalar ile yüzey işlemi uygulanmamış parçaların yapışma davranışları, aynı şartlar altında farklı kauçuk malzemelerinin atmosferik plazma yüzey işlemi ile yapışma kuvvetine karşı gösterdikleri etkileri ve farklı şartlar altında aynı kauçuk malzemenin atmosferik plazma uygulaması sonrası gösterdikleri yapışma davranışları incelenmiştir. Atmosferik plazma yüzey işlemi, kauçuk malzeme yüzeyi ile nonwoven yüzeyler arasında oluşan yapışmanın nitelik ve direnci geliştirmesinin yanında oluşan bu yapıştırma özellikleri döner mil keçelerinin çalıştığı ortam şartlarında da etkisini korumaktadır.

Anahtar Kelimeler: Döner Mil Keçesi, Atmosferik Plazma, Kauçuk Malzemeler, Nonwoven, Yüzey Gerilimi, Yapıştırma Bağı

2019, x + 84 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DEVELOPMENT OF THE BEHAVIOUR OF ADHESIVE BONDING IN DIFFERENT CONDITIONAL WITH ATMOSPHERICAL PLASMA SURAFCE TREATMENT

Mehmet TURGUT

Bursa Uludağ University Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Kadir ÇAVDAR

This study is conducted on atmospheric plasma surface treatment applied during rubber and nonwoven materials bonding process. One of the most important problem in bonding two different materials together is due to low surface energy of the material. The rubber material that is used for producing rotary shaft seals shall be enhanced layer of surface energy in order to achieve required bonding force during bonding process. By utilization of atmospheric plasma surface treatment in two different environment and with two different materials bonding force has been enhanced. Surface control of the parts that are applied atmospheric plasma has been carried out by doing breaking test with water. Bonding behaviours of parts with atmospheric plasma surface treatment and without atmospheric plasma surface treatment is investigated i.e. effects against bonding force with atmospheric plasma surface treatment and bonding behaviour of a rubber with two different conditions after atmospheric plasma surface treatment. Besides the atmospheric plasma surface treatment is being an enhancer for bonding between rubber material surface and nonwoven surface in the matter of bonding quality and resistance, it also conserves its bonding features in the working environments of rotary shaft seals.

Key Words: Rotary Shaft Seal, Atmospherical Plasma, Rubber Materials, Nonwoven, Surface Treatments, Adhesive Bond

2019, x + 84 pages.

TEŐEKKÖR

Tez konusunun belirlenmesi ve tezin oluŐun aşamasında bilgi ve desteğini hiğbir zaman esirgemeyen saygıdeğer hocam ve danıŐmanım Doç. Dr. Kadir ÇAVDAR' a ve tÖm hocalarıma sonsuz teŐekkÖr ederim.

YÖksek Lisans çalıŐmalarım ve tez çalıŐmalarımda yardımlarını esirgemeyen SKT Yedek Parça ve Makina San. ve Tic. A.Ő.'de bulunan çalışma arkadaŐlarıma, bÖlÖm yÖneticim Timuçin BIYIKI' ya, malzeme bÖlÖm yÖneticimiz Ebru YILMAZ'a ve genel mÖdÖrÖmÖz Kaan TÖRKEL' e ayrıca teŐekkÖr ederim.

Son olarak tez çalıŐmalarımda hep yanımda olan eŐim Burcu TURGUT' a ve beni bu gÖnlere getiren aileme de sonsuz teŐekkÖrler.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1.GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Çalışmada Kullanılan Numune Gruplarının Belirlenmesi.....	12
3.2. Yapıştırma Prosesindeki Malzemeler Hakkında Genel Bilgiler.....	13
3.2.1. Kauçuk malzemeler hakkında genel bilgiler.....	13
3.2.2. Nonwoven malzeme hakkında genel bilgiler.....	17
3.2.3. Epoksi yapıştırıcı hakkında genel bilgiler.....	18
3.3. Numunelere Uygulanan YüzeY İşlemler Hakkında Genel Bilgiler.....	19
3.3.1. Numunelere uygulanan atmosferik plazma hakkında genel bilgiler.....	19
3.3.2. Numunelere uygulan mekanik aşındırma hakkında genel bilgiler.....	19
3.4. Numunelerin Hazırlık Aşamaları ve Değişen Akış Şeması.....	20
3.5 Kauçuk Numunelerin Yapıştırma Proses Öncesi Kontrolleri.....	23
3.6. Numunelerin Uygulanan Atmosferik Plazma Kontrol Metodu.....	32
3.7. Numunelerin Uygulanan Yapışma Kuvveti Ölçüm Metodu.....	33
4. BULGULAR.....	36
4.1. Grup 1: Atmosferik Plazma YüzeY İşleminin Yapıştırma Kuvvetine Etkisi.....	36
4.2. Grup 2: Atmosferik Plazma YüzeY İşleminin Farklı Kauçuk Malzemeler Üzerindeki Yapışma Kuvvetine Etkisi.....	37
4.3. Grup 3: Farklı Plazma Yüksekliğinde Numunelere Atmosferik Plazma Uygulanması Sonucu Yapışma Kuvvetlerinin İncelenmesi.....	39
4.4. Grup 4: Atmosferik Plazma Uygulanmış Numunelerin Farklı Sıcak Ortam Parametrelerinde ve Farklı Sürelerde Bekletilmesi İle Yapışma Davranışının İncelenmesi.....	41
4.5. Grup 5: Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneleri Farklı Soğuk Ortam Sıcaklıklarında Bekletilerek Yapışma Davranışının İncelenmesi.....	44
4.6. Grup 6: Atmosferik Plazma İle Mekanik Aşındırma YüzeY İşlemin Yapışma Kuvvetlerine Etkilerinin İncelenmesi.....	45

4.7. Grup 7: Atmosferik Plazma Uygulanmış Numunelerin Yapıştırıcı Uygulandıktan Sonra Bekleme Esnasında Yapıştırma Alanına Uygulanan Kuvvetin Etkisinin İncelenmesi	47
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	49
KAYNAKLAR	51
EKLER.....	53
EK 1. ACM 1 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları	55
EK 2. ACM 1 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları	56
EK 3. ACM 1 Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları	57
EK 4. ACM 2 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları	58
EK 5. ACM 2 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları	59
EK 6. ACM 2 Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları	60
EK 7. FKM Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları	61
EK 8. FKM Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları	62
EK 9. FKM Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları	63
EK 10. HNBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları	64
EK 11. HNBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları	65
EK 12. HNBR Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları	66
EK 13. NBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları	67
EK 14. NBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları	68
EK 15. NBR Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları	69
EK 16. Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları 60°C/ 3 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	70
EK 17. Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları 80°C/ 3 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	71
EK 18. Numuneler_7-8-9 Tensometre Sonuçları 120°C/ 3 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	72

EK 19. Numuneler_10-11-12 Tensometre Sonuçları 60°C/ 3 Saat Kuvvet Uygulamadan Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	73
EK 20. Numuneler_13-14-15 Tensometre Sonuçları 80°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	74
EK 21. Numuneler_16-17-18 Tensometre Sonuçları 120°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	75
EK 22. Numuneler_19-20-21 Tensometre Sonuçları 60°C/ 10 Dakika Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	76
EK 23. Numuneler_22-23-24 Tensometre Sonuçları 80°C/ 10 Dakika Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	77
EK 24. Numuneler_25-26-27 Tensometre Sonuçları 120°C/ 10 Dakika Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	78
EK 25. Numuneler_28-29-30 Tensometre Sonuçları -40°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	79
EK 26. Numuneler_31-32-33 Tensometre Sonuçları Oda Koşulları Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	80
EK 27. Numuneler_34-35-36 Tensometre Sonuçları Atmosferik Plazma Uygulanmamış, Zımpara Uygulanmış Numuneler.....	81
EK 28. Numuneler_37-38-39 Tensometre Sonuçları Atmosferik Plazma ve Zımpara Uygulanmış Numuneler	82
Ek 29. Numuneler_40-41-42 Tensometre Sonuçları -20°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler	83
ÖZGEÇMİŞ	84

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
Ar	Argon
WA	Adezyon İş Miktarı
He	Helyum
CO ₂	Karbondioksit
CF ₄	Karbon Tetraflorür
S	Yayımla Katsayısı
γ	Yüzey Gerilimi

Kısaltmalar	Açıklama
APET	Amorf Polietilen Tereftalat
AFM	Atomik Kuvvet Mikroskopisi
APPT	Atmosferik Basınç Plazma İşlemi
APPJ	Argon Atmosferik Basınç Plazma Jeti
GF	Cam Elyaf
EP	Epoksi
EDX	Elektron Kırınımı X Işını Analizi
EPDM	Ethylene Propylene Diene Terpolymer
FKM	Florokarbon
FITIR	Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektrofotometresi
HNBR	Hidrojen Nitril
NBR	Nitril
CF	Karbon Elyaf
KG	Katı-Gaz
KS	Katı-Sıvı

CFRP	Karbon Fiber Takviyeli Polimer
ACM	Poliakrilik
PEEK	Polietereterketon
PET	Polietilen Tereftalat
PA6	Poliamid 6
PPS	Polifenilen Sülfid
PP	Polipropilen
PU	Poliüretan
PES	Polyester
PTFE	Polytetrafloretillen
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SG	Sıvı-Gaz
SLS	Tek Tur Kesme Testi
UHMW-PE	Ultra Yüksek Moleküler Ağırlıklı Polyethylene
XPS	X-Işını Foto Elektron Spektroskopisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Bir keçe nin fonksiyon şeması	1
Şekil 2.1. Temas açısı ölçümü.....	3
Şekil 3.1. Kauçuk türü malzemelerinin sınıflandırılması	13
Şekil 3.2. Döner mil keçeleri için malzeme seçimi	14
Şekil 3.3. ACM kauçuğun kimyasal yapısı	15
Şekil 3.4. HNBR kauçuğun kimyasal yapısı.....	15
Şekil 3.5. NBR kauçuğun kimyasal yapısı	16
Şekil 3.6. FKM kauçuğun kimyasal yapısı	17
Şekil 3.7. Numunelerin boyutsal ve bölgesel tanımlamaları.....	21
Şekil 3.8. Yapılan işlemler (Yüzey işlem uygulanmamış).....	21
Şekil 3.9. Yapılan işlemler (Atmosferik plazma yüzey işlem uygulanmış).....	21
Şekil 3.10. Yapılan işlemler (Zımpara yüzey işlem uygulanmış).....	22
Şekil 3.11. Yapılan işlemler (Atmosferik plazma+Zımpara yüzey işlem uygulanmış).22	
Şekil 3.12. Değişen iş akış şeması	22
Şekil 3.13. Kullanılan ölçüm aletleri (Soldan: Yoğunluk, ShA, IRHD ve Yüzey Pürüzlülük).....	23
Şekil 3.14. Yapışma-Yüzey gerilimi ilişkisi	32
Şekil 3.15. Atmosferik plazma uygulanmış parçalar için su kırılma testi	33
Şekil 3.16. Yapışma kuvvetinin tensometre yardımıyla ölçülmesi.....	34
Şekil 3.17. Çalışmada kullanılan nonwoven ve ACM kauçuk yüzeyler.....	34
Şekil 3.18. Yapışma kuvvetinin tensometre tarafından raporlanması.....	35
Şekil 4.1. Grup 1 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları.....	37
Şekil 4.2. Grup 2 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-1	38
Şekil 4.3. Grup 2 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-2	39
Şekil 4.4. Grup 3 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları.....	40
Şekil 4.5. Kullanılan yapıştırıcıya ait kürlenme süre-sıcaklık etkisi.....	41
Şekil 4.6. Grup 4 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-1	42
Şekil 4.7. Grup 4 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-2	43
Şekil 4.8. Grup 5 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları.....	44
Şekil 4.9. Yüzey pürüzlülük değerinin yapışma kuvvetine etkisi-mekanik aşındırma ...	45
Şekil 4.10. Grup 6 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-1	46
Şekil 4.11. Grup 6 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-2	47
Şekil 4.12. Grup 7 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları.....	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

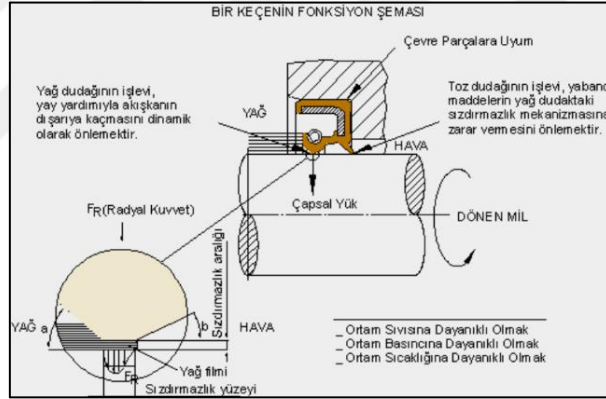
Sayfa

Çizelge 3.1. Grup 1 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri .	23
Çizelge 3.2. Grup 2 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri .	24
Çizelge 3.3. Grup 3 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri .	25
Çizelge 3.4. Grup 4 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri .	26
Çizelge 3.5. Grup 5 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri .	26
Çizelge 3.6. Grup 6 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri .	27
Çizelge 3.7. Grup 7 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri .	27
Çizelge 3.8. Grup 1 numuneler için kütle değerleri	28
Çizelge 3.9. Grup 2 numuneler için kütle değerleri	28
Çizelge 3.10. Grup 3 numuneler için kütle değerleri	29
Çizelge 3.11. Grup 4 numuneler için kütle değerleri	30
Çizelge 3.12. Grup 5 numuneler için kütle değerleri	31
Çizelge 3.13. Grup 6 numuneler için kütle değerleri	31
Çizelge 3.14. Grup 7 numuneler için kütle değerleri	31
Çizelge 4.1. Grup 1 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları.....	36
Çizelge 4.2. Grup 2 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları.....	38
Çizelge 4.3. Grup 3 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları.....	40
Çizelge 4.4. Grup 4 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-1	42
Çizelge 4.5. Grup 4 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-2	43
Çizelge 4.6. Grup 5 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları.....	44
Çizelge 4.7. Grup 6 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-1	45
Çizelge 4.8. Grup 6 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-2	46
Çizelge 4.9. Grup 7 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları.....	47

1.GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte otomotiv sanayinde kullanılan fonksiyonel parçalar üzerindeki ihtiyaçlar ve beklentiler de artmaktadır. Bu beklentiler, kimi zaman aynı parçalar üzerinde farklı işlevlerin bir arada olması kimi zaman da var olan özelliklerin iyileştirilmesi şeklindedir. Bu ihtiyaçları karşılamak için; ya sektör içerisinde var olan ileri teknoloji ürünlerini kullanmalı ya da yeni teknolojik ürünler ortaya konmalıdır.

Döner mil keçeleri de teknolojinin ilerlemesi ve otomotiv sektörünün hızla gelişmesi ile beraber üründe çeşitli beklentileri beraberinde getirmiştir. Standart döner mil keçeleri; kauçuk, sac malzeme ve yaydan oluşmaktadır. Döner mil keçeleri; dönme hareketi ya da doğrusal hareketler (git-gel) esnasında yağ olan ortamda yağın içeride kalmasını, dış ortamda bulunan sisteme zarar verici maddelerin de (toz, kir vb.) sistem içerisine girmesini engelleyecek özelliklere sahip olmalıdır.



Şekil 1.1. Bir keçenin fonksiyon şeması (Anonim 2018)

Şekil 1.1.'de verilen şemada görülen keçe iki ana işlevsel dudığa sahiptir. Bu dudaklar aşağıda belirtilen şekilde tanımlanmaktadır:

- Yağ Dudak (Elastomer, PTFE vb. malzemelerden oluşmaktadır.)
- Toz Dudak (Elastomer, nonwoven vb. malzemelerden oluşmaktadır.)

Özellikle krank keçesi gibi ürünlerin, değişim maliyetlerinin çok yüksek olduğu çalışma ortamlarında, ürün tercihi ve bu ürünlerden beklentiler her geçen gün artmaktadır. Bu

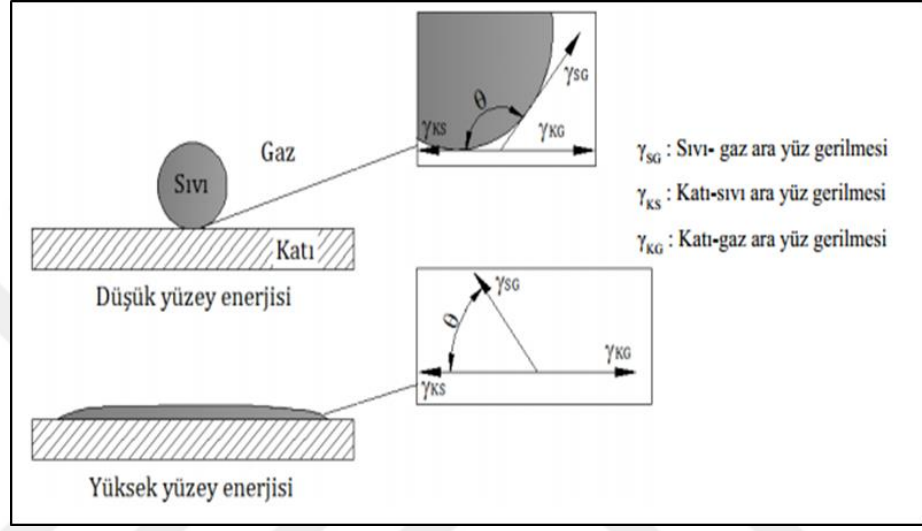
artan talepler kimi zaman ürün ana işlevsel dudağı olan yağ dudakta malzeme değişikliği ve/veya tasarım değişikliği, kimi zaman ise ikincil dudak denilen toz dudakta malzeme ve/veya tasarım değişikliği şeklinde olabilmektedir.

Krank keçelerinde toz dudak görevi ya da toz dudağa yardımcı bir dudak olarak görev yapan nonwoven toz tutucu sisteme sahip döner mil keçeleri piyasa ihtiyaçları dahilinde ortaya çıkmıştır. Ancak elastomerlerin sahip olduğu düşük yüzey gerilimi/enerjisi ve yapıştırıcı emme özelliğinin düşük olmasından kaynaklı nonwoven yüzeyin kauçuk yüzeye yapıştırılmasında problem oluşabilmektedir.

Bu çalışmada ilave yüzey işlem olan atmosferik plazma yüzey işlemi kullanılarak kauçuk malzemenin yüzey enerjisi/gerilimi artırılması sağlanmıştır. Atmosferik plazma işlemi yapılırken, çalışma esnasında farklı ortam şartları, farklı yüzey karakteristikleri ve farklı kauçuk malzemeler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kauçuk malzemeler ACM, FKM, HNBR ve NBR olarak seçilmiştir. Bu sayede atmosferik plazma işleminden kaynaklı kauçuk-nonwoven yüzeyleri arasında oluşan yapışma kuvvetindeki değişim gözlemlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Yüzey enerjisi ve adsorpsiyon teorisi iki farklı yüzeyde yapışmayı sağlayan adezyon teorisine temel oluşturur. Yüzey enerjileri ve kendiliğinden yayılma bu teorinin temelini oluşturmaktadır. Teorinin daha iyi anlaşılabilmesi için yüzey temas açısı Şekil 1.2.'de açıklanmaktadır.



Şekil 2.1. Temas açısı ölçümü (Şekercioğlu ve Kaner 2014)

Katı bir yüzey üzerinde duran sıvı damlacığının, katı yüzey ile yaptığı sonlu temas açısı Şekil 1.2.'de görülmektedir. Katı-Sıvı, Sıvı-Gaz ve Katı-Gaz fazları arasındaki yüzey gerilmeleri γ ile gösterilmektedir. Katı, sıvı ve gaz ortamları arasındaki bağıntı Young denklemine göre:

$$\gamma_{KG} - \gamma_{KS} = \gamma_{SG} \cdot \cos \theta \quad (1.1)$$

olarak verilebilir. Şekil 1.2.'de farklı sıvı taneciklerinin katı yüzeyiyle yaptığı değişik açılar görülmektedir. Yayılma katsayısı (S), katı, sıvı ve gaz fazların yüzey gerilmeleri arasındaki farkla hesaplanır. Buna göre denklem:

$$S = \gamma_{KG} - \gamma_{SG} - \gamma_{KS} \quad (1.2)$$

olarak yazılabilir. Denklemin sonucuna göre: $S > 0$ ise yayılma oluşur ve $S < 0$ ise yayılma oluşmaz. Yani, sıvının katı yüzeyinde yayılabilmesi için, sıvının yüzey gerilimi katının kritik yüzey gerilimi değerine eşit veya küçük olmalıdır. Adezyon için gerekli iş miktarı da:

$$WA = \gamma KG + \gamma SG - \gamma KS \quad (1.3)$$

şeklinde tanımlanır. Gerekli iş miktarının maksimize olması adezyonun iyi olmasını sağlayacaktır. Bunun için γKG ve/veya γSG değerlerinin yükseltilmesi ya da γKS değerinin düşürülmesi gerekli iş miktarının maksimize edecektir. Bu amaçla γKG ve/veya γSG değerlerinin yükseltilmesi; yüksek yüzey enerjisine sahip katı yüzey veya yüksek yüzey enerjisine sahip sıvı kullanarak sağlanabilir. Ancak, γSG değerinin yükselmesi, yayılma katsayısı S 'nin negatif değere ulaştırması dolayısıyla kendiliğinden yayılmayı engelleyeceği için tercih edilmeyecektir. Katı ve gaz fazları arasındaki yüzey geriliminin arttırılması, yüzeyde bulunan serbest enerji miktarının arttırılmasıyla mümkün olmaktadır. Yüzey ön-işlemleri olarak tanımlanan bu işlemlerden birisi de plazma işlemidir (Şekercioğlu ve Kaner 2014).

Vahapoğlu (2013a) kauçuk türü malzemelerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesinde çekme, basma ve kayma deneylerini incelemiştir. Bu çalışmada, kauçuğun nonlineer davranışları da incelenmiştir. Kauçuğun nonlineer özelliklerinden dolayı, kauçuk malzeme üzerinde yapılan çalışmalar ve deneyler günümüzde halen devam etmektedir. Bu deneyler için tanımlamalar ve sınıflandırmalar çalışma içerisinde yer almıştır.

Başta otomotiv sektörü olmak üzere kauçuk malzemeleri, çeşitli sektörlerde çok farklı amaçlar için kullanılır. Kauçuk malzemeler; conta, cam silecekleri, hortum gibi uygulamalarda aracın farklı yerlerinde, farklı amaçlarda kullanılmaktadır. Vahapoğlu (2013b) tarafından yapılan çalışma ile kauçuk malzemelerin mekanik özellikleri araştırılmış, bu araştırma neticesinde de polimer malzeme içerisindeki yeri göz önünde bulundurularak kauçuk türü malzemelerinin sınıflandırılması ile ilgili bir çizelge ortaya konulmuştur.

Standart kumaşların üretimleri taraklama, çekme, eğirme ve dokuma gibi geleneksel yöntemler ile yapılmaktadır. Ancak dokumasız kumaşlar üretilirken, geleneksel tekstil işleme yöntemlerinden kısmen veya tamamen vazgeçilerek üretim yapılmaktadır. Bu

metotların elimine olmasıyla beraber seri üretim hattında doğrudan elyaf ile üretim yapılmaktadır. Bu sebeple elyaf seçimi büyük önem taşımaktadır. Pamuk, keten ve yün gibi doğal elyaflar, polyester (PES), polipropilen (PP) gibi sentetik elyaflar, cam, karbon, nanofiber gibi özel lifler kullanılmaktadır. Seçilen malzemelerin farklı mekaniksel özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu malzemelerin seçimi önemli ürünlerin geliştirilmesini sağlamak ile beraber kullanan insanlara da rahatlık ve hijyen sağlamıştır (Kalebek ve Babaarslan 2016).

Durmuş ve ark. (2005) tarafından farklı dolgu özelliklerine sahip 5 farklı EPDM (ethylene propylene diene terpolymer) kauçuğun metal yüzeye yapıştırılması üzerine yapılan çalışmada; metal yüzey pürüzlülüğünün ve yapıştırıcı cinsinin, kauçuk ile metal yüzey arasında oluşan yapışma kuvvetine etkisi incelenmiştir. Oluşturulan EPDM kauçuklarına bası, yoğunluk ve sertlik testleri yapılarak kontrolleri sağlanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ise kumlama operasyonu ile sağlanmıştır. Kumlama operasyonu esnasında 6.dk'dan sonra yüzey pürüzlülük değerinin sabit kaldığı bildirilmiştir. Vulkanizasyon esnasında yapılan uygulamada Chemosil yapıştırıcı ve ≥ 6 dk. kumlama operasyonu, vulkanizasyon sonrasında yapılan uygulamada ise Loctite 480 yapıştırıcı ve 3dk. kumlama operasyonu ile en uygun sonuç alındığı bildirilmiştir.

İki farklı malzemenin yapıştırılmasında, malzemelerin düşük yüzey enerjisine sahip olmasından dolayı yapışma mukavemetinde problemler ile karşılaşılabilir. Plastik malzemelerin yapıştırılmasında bu düşük yüzey enerjisini arttırabilmek için ilave yüzey işlemlerinin uygulanması gerektiği bildirilmiştir (Şekercioğlu ve Kaner 2014). Çalışmada plastik malzemeler için ilave yüzey işlem olarak dağlama (mekanik, kimyasal ve alev), korona ve plazma yüzey işlemlerinden bahsedilmiştir.

Polibütilen tereftalat ile alüminyum yüzey arasında düşük basınçlı atmosferik plazma işlemi uygulanarak yapıştırma işlemi yapılmıştır. Bu çalışma esnasında epoksi bazlı ve poliüretan bazlı yapıştırıcılar kullanılmıştır. Anagreh ve Dorn (2004) yaptığı bu çalışmada poliüretan bazlı yapıştırıcı tipinde yapışma kuvvetinde bir miktar artış tespit ederken, epoksi bazlı yapıştırıcılar da ki artışın 3,5 – 10 kat arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Birleşme mukavemetindeki artışı, polibütilen tereftalat yüzey gerilimindeki artışa da bağlamaktadırlar.

Özdoğan (2006) plazma yüzey işleminin poliamid kumaşların yüzey özelliklerine olan etkisini incelemiştir. Plazma işlemi esnasında, karbondioksit ve argon gazı plazması uygulanarak hidrofilit ve adezyon özelliklerinin geliştirilmesi incelenmiştir. Poliamid kumaşların yüzey morfolojik değerlerinin değişimi SEM mikroskobu ile gözlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, CO₂ ve Ar gazı ile iplik-iplik ve lif-lif sürtünme ve yüzey pürüzlülük değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Bununla beraber farklı plazma gazları ile yapılan çalışmalarda ise birbirine yakın değerler bulunmuştur.

Martinez ve ark. (2007) çalışmalarında otomotiv endüstrisinde kullanılan 2 farklı tip NBR (NBR 7201, NBR 9003) ve 1 tip HNBR (HNBR 8001) olmak üzere 3 farklı tipteki kauçuk malzemeler üzerine çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Bu çalışmalarında, malzemenin tribolojik davranışlarını değiştirmek amacı ile yüzey özelliklerine etki edecek atmosferik basınç plazma işlemi uygulamışlardır. Numunelerin X-ışını foto elektron spektroskopisi (XPS) ile yüzey analizleri, yüzey kimyaları ve temas yüzeylerinin bileşimleri hakkında bilgi alınmıştır. Sapsız bırakma yöntemi kullanılarak da su damlacıklarının temas açılarının ölçülmesiyle ıslatma deneyleri yapılmıştır. Uygulanan plazma işlemi ile malzemelerin hidrofilitlik özelliklerinin artışı kıyaslandığında NBR malzemedeki değişimin HNBR malzemeye göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Anagreh ve ark. (2007) yaptıkları çalışma; polifenilen sülfid (PPS) ile alüminyum malzeme arasındaki yapışma kuvvetinin incelenmesi üzerine olmuştur. Polifenilen sülfid malzemesi özellikle otomobil ve raylı sistemlerde kullanılmakla beraber yüksek mekanik, kimyasal ve termal özelliklere sahip olağanüstü performansta bir malzemedir. Bu çalışmalarında epoksi bazlı yapıştırıcılar ve poliüretan bazlı yapıştırıcılar kullanılarak çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Çalışmalar esnasında düşük basınçlı plazma yüzey hazırlama işlemini kullanmışlardır. Düşük basınçlı plazma yüzey hazırlama uygulamasını da iki farklı gaz ile yapmışlardır. Kullandıkları gazlar oksijen ve argon gazları olmuştur. Yüzeyde meydana gelen değişimleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile temas açısı ölçümlerini ise enerji dağıtıcı X-ışını analizi (EDX) ile yapmışlardır. Oksijen gazı ile yapılan çalışma bize EP bazlı 1 numaralı yapıştırıcıda %103, 2 numaralı yapıştırıcıda %134 ve PU bazlı yapıştırıcı da ise %56'lık artış olduğunu göstermektedir. Çalışmada kullanılan bir diğer gaz olan argon ile yapılan çalışmada ise EP bazlı 1 numaralı yapıştırıcıda %79, 2 numaralı yapıştırıcıda %122 ve PU bazlı yapıştırıcı da ise %27'lik

artış olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalarda uygulan her iki gaz ve yapıştırıcı kombinasyonlarında önemli derecede artışlar olduğu, EP bazlı yapıştırıcılar da daha iyi sonuç alındığı ve oksijen gazı uygulamasının argon gazı uygulamasına göre daha iyi sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur.

Iqbal ve ark. (2010) yaptıkları araştırmada atmosferik basınç plazma işleminin polietereterketon (PEEK), karbon elyaf (CF) ve cam elyaf (GF) ile güçlendirilmiş polifenilen sülfid (PPS) yüzey enerjisi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Atmosferik plazma işleminden sonra malzeme yüzey enerjisinde önemli derecede artış olduğu görülmüştür. Bununla birlikte atmosferik plazma ile düşük basınç plazma işlemini karşılaştırmak için PEEK yüzeyine ayrıca düşük basınç plazma işlemi de uygulanmıştır. Ancak yapılan çalışmada atmosferik plazma uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiği de görülmüştür. Çalışma içerisinde yüzeylerin morfolojik özelliklerini kontrol etmek için taramalı elektron mikroskopisi kullanılmıştır. Atmosferik plazma işleminden sonra yüzey pürüzlülük değerinde de artış olduğu görülmüştür. İşlemler esnasında da yüksek sıcaklık dayanımı olan epoksi yapıştırıcı kullanılarak yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Numuneler üzerinde yapılan lap-makas testleri ile 3-4 kat arasında değerlerde iyileşmeler görülmektedir.

Endüstrinin gelişmesi ile beraber kauçuk malzemelerden beklentilerde artmaktadır. Bu beklentiler genel anlamda gelişmiş ısı, kimyasal aşınma ve darbe dirençlerine sahip yeni kauçuk bileşenlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu uygulamalarla birlikte kauçuk malzemelerin farklı yüzeylere yapışma dayanımı önemli duruma gelmiştir. Kauçuk malzemelerin etkili spesifik yüzeylerini arttırmak için silika ve nanoclay gibi parçalar kauçuk malzemelere eklenmiştir. Bu çalışmada; reaktivite, uyumluluk, çapraz bağlama ve yüzey işlemleri gibi kauçuk yapışmasını teşvik eden önemli parametreler üzerinde çalışılmıştır. Depolama tankları, contalar, sıyırıcılar vb. ürünlerde, metallerin kauçuk kaplamasında, en önemli faktör metal yüzeye kauçuk yapışmasıdır. Yapılan bu çalışmada, su bazlı birleştirme elemanlarının çözücü bazlı sistemlerden daha fazla tercih edildiği sonucuna varılmıştır. Çünkü su bazlı sistemler çözücü bazlı sistemlere göre daha kolay hazırlanmaktadır. Bu sistemler, kauçuk tabaka ile substrat arasındaki yapışma kuvvetini arttırmak için birbirlerini güçlendirebilen bir astar ve bir üst kaplama içerir. İlgili çalışmada mekanik aşındırma, kimyasal oksidasyon, fosfat ve plazma gibi farklı

yüzey işlemlerinden bahsedilmektedir. Yapılan plazma uygulamasında farklı gaz kullanılarak kontak açılarının ölçümleri yapılmıştır. Oksijen gazı ile yapılan plazma uygulaması, CF₄ ve He uygulamalarından daha iyi sonuç göstermektedir (Rezaeian ve ark. 2012).

Düşük enerji yüzeyine sahip polipropilen malzemenin poliüretan bazlı bir yapıştırıcı kullanılarak yapışma davranışlarının incelenmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma esnasında yapıştırıcı uygulanacak yüzeye, yapıştırıcı uygulanmadan önce değişik tipte ön işlem uygulanmıştır. Bu yapılan ön işlemler, mekanik aşındırma (80 tane boyutunda zımpara ile), kimyasal astar uygulaması ve atmosferik basınç plazma uygulaması olmuştur. Yapılan çalışmalar esnasında polimer yüzeydeki temas açısı UNE EN 828:2010 ile değerlendirilmiş, yüzey enerjisi hem Owens yaklaşımı hem de asit bazları ile hesaplanmıştır. Polimerik yüzeydeki kimyasal değişim, X ışını foto elektron spektroskopisi (XPS), elektron kırınımı X Işını (EDX) probu ve zayıflatılmış toplam çoklu yansıma modu kızılötesi spektroskopisi (ATR FTIR) ile incelenmiştir. Yüzeyde meydana gelen morfolojik değişikliklerde taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. UNE EN 1465:2008 standardına göre yapılan kesme testleri sonucunda en iyi değerlerin APPT yöntemi ile elde edildiği tespit edilmiştir. Bu çalışmalar esnasında yüzeye uygulanan astar (amin, keton, eter vb.) uygulamasının APPT işleminin üstünlüğünü desteklediği de tespit edilmiştir (Encinas ve ark. 2012).

Ku ve ark. (2013) polipropilen (PP) malzeme ile alüminyum plakalar arasındaki soyma ve kayma dayanımını arttırmak için atmosferik basınç plazma yöntemini kullanmışlardır. İşlem sırasında yapıştırıcı bant olarak Scotch bant kullanmışlardır. Atmosferik basınç plazma yönteminin PP yüzey üzerindeki etkilerini incelemek için FITIR ve AFM analizleri yapılmıştır. Plazma uygulanmamış PP ve plazma uygulanmış PP yüzeylerinin alüminyumdan soyma ve kayma dayanımlarını ölçmek için T-soyma ve SLS testleri yapılmıştır. Bu testler sonucunda plazma uygulanmış numunelerin temas açılarının 91'den 53'e düştüğü görülmüştür. Soyma ve kayma dayanımlarının da %42 ve %44 oranında arttığı görülmüştür. Plazma uygulanmış numunelerde yüzey pürüzlülük değerlerinde de artış olduğu görülmüştür.

Dowling ve ark. (2012) gıda paketlenme endüstrisinde kullanılan PET (polietilen tereftalat) malzemesinin iyileştirici özelliklerini geliştirip, APET (amorft polietilen

tereftalat) yapıya geçişte atmosferik basınç plazma yöntemini kullanmışlardır. Elde edilen paketlenme ürünü için patlama testi yapılmış olup atmosferik plazma uygulanmış paketlerin yapışkan özelliklerinde önemli derece artış görülmüştür. Bu artışın 18kPa'dan 35kPa'a kadar çıktığı deney sonuçlarında görülmektedir. Gıda paketlenme uygulamasında APET polimerine uygulanan plazma işleminin, kendi ısı özelliklerini arttırmada uygun bir araç olduğunu göstermiştir. Bunun yanında plazma uygulanmış numunelerin yüzey pürüzlülük değerlerinde de artış görülmüş olup bu değerlerin Ra 0,4nm ile 0,9nm aralığında arttığı da tespit edilmiştir.

Yapıştırıcıların, standart birleştirme yöntemleri olan kaynak ve perçinlerin yerine kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Yapıştırıcıların sistemde kullanılması, akustik yalıtım, titreşim azaltma, korozyon azaltma gibi avantajları da beraberinde getirmektedir. Ancak bu avantajlardan olumlu etki alabilmek için yüzeylerin temizlenmesi önem taşımaktadır. Yapışma yüzeylerinin aktivitesini arttırmak için standart metot olarak fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin birçok olumlu yönü olmasının yanında bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Mekanik yöntemler ile numunelerde bozulmalar oluşmaktadır. Kimyasal aşındırma yöntemi numunelerin morfolojisini ve kimyasal yapısının bozulmasına neden olabilmektedir. Mandolino ve ark. (2015) lazer ve plazma ile temizleme yöntemi üzerine çalışma yapmışlardır. Bu işlemler ile yapıştırıcı uygulanacak yüzeyin en üst tabakasını modifiye ederek reaktifliklerini arttırmaktadır. Bu sayede toplu malzeme özelliklerini etkilemeksizin parçanın sadece en üst tabakasına fayda sağlamaktadır. Bu işlemlerin kontrol aşamalarında da lap-kesme testi metoduna başvurulmuştur. Test sonuçlarında lazer uygulama yapılmış numunelerde en iyi sonuç alınmıştır. Lazer uygulama metodu parçanın yüzeyine bağlı bir uygulamadır. Diğer uygulama yöntemi olan plazma uygulama sayesinde de aynı anda birden fazla işlemin yapılmasına izin verilmektedir. Plazma uygulaması ile aseton temizliği karşılaştırıldığında da 1,75 katlık bir iyileşmenin olduğunu belirtmişlerdir.

Polietilen yüzey özelliklerini argon atmosferik basınç plazma jeti (APPJ) kullanılarak başarılı bir şekilde değiştirmek mümkün olmaktadır. Deynse ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada farklı plazma hızı ve plazma yükseklikleri kullanarak optimum seviyedeki plazma uygulamasını bulmak üzere çalışmalarını yapmışlardır. Çalışma esnasında 5mm

ile 15mm arasında uygulamalar yapılmıştır. Çalışma sonuçları bize 15mm mesafesinden fazla olan uygulamalarda kontak açısının değişimi ile beraber plazma etkisinin azalmaya başladığını 25mm'lik işlem mesafesinde de azalmanın büyük oranlara çıktığını göstermektedir. Yapılan çalışmadaki bir başka işlem parametresi olan işlem süresinin de 100ms'den daha az olmasının yeterli olacağı sonucu gözlenmiştir.

Otomotiv endüstrisinde kullanılan polimerler arasında olan polipropilen yüksek mekanik ve kimyasal özelliklere sahiptir, ancak bu polimerin düşük yüzey enerjisine sahip olmasından kaynaklı kullanımı sınırlı alanlardadır. Bu çalışma esnasında atmosferik plazma uygulama süresinde sabit 5mm mesafeden, 10-50mm/s hız denemeleri düşük hız, 60-100mm/s hız denemeleri orta hız, 110-150mm/s hız denemeleri yüksek hız grupları oluşturulmuştur. Farklı tarama hızları kullanılarak, bu tarama hızları sonrasında ortaya çıkan ıslatma açıları ve yüzey enerjileri ölçülmüştür. Yapılan ölçümlerde etki sürelerine bağlı olarak; hızlı tarama uygulamasına ait numunelerin daha düşük yüzey enerjisi, düşük hızlara ait numunelerin ise daha yüksek yüzey enerjisine sahip olduğu ortaya konulmuştur. Atmosferik plazma yüzey işleme uygulaması ile PP yüzey enerjisi seviyesi 28mN/m'den 70mN/m seviyelerine kadar çıktığı belirtilmiştir. Bu sayede de elde edilen yüzey enerjisi ile yapışma, kaplama, boyama özelliklerinde iyi sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (Esen ve ark. 2016).

Maliki ve Kalácska (2017) yaptıkları çalışmada atmosferik koşullar altında yaptıkları DBD plazma yöntemi ile PA6 E ve UHMW-PE HD1000 malzemelerin yüzey sonuçlarını yani yapışma sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Bu sonuçlarda görülmüştür ki PA6 E için %350 ve UHMW-PE HD1000 için %1200 polimerlerin ıslanabilirliğinin ve yüzey enerji değerlerinin arttığı (temas açısı değerinin azaldığının) görülmüştür. Owens-Wendt yöntemine göre ölçümler yapmışlardır. Yapılan çalışmada UHMW-PE HD1000 plazma işleminden sonra polimer / polimer çiftleri yapışkan tipine bakılmaksızın polimer / çelik çiftlerine kıyasla daha yüksek kayma mukavemeti gösterdiği tespit edilmiştir.

Poliolenler, düşük yapışkanlık özellikleri ve yüksek kimyasal bariyer tepkilerine sahip en zor polimerik malzemelerden sayılırlar. Yapılan çalışmada yapışma özelliklerini geliştirmek için, nötr polipropilen malzemenin yüzeyine düşük basınçlı plazma uygulanmıştır. Islanabilirlik, yüzey morfolojisi, kimyasal türler ve polipropilen yüzey üzerinde ki pürüzlülük değerlerindeki değişikliklerin ölçümünde; su temas açısı, X-ışını

foto elektron spektroskopisi ve ayrıca atomik kuvvet mikroskopisi (AFM) ile ölçümler yapılmıştır. Yapıştırma özelliklerindeki değişim çekme testi ile tespit edilmiştir. Plazma uygulanmış numunelerde etkin bir şekilde yapışma değerlendirildiğinde iyileşmeler görülmüş ve plazmanın etkinliğinin plazma süresine ve çalışma gazına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Yapılan ölçümlerde; polimer yüzeyinde su temas açıları azalma, ıslanabilirlik özelliğinde de iyileştirme olmuştur. Bu iyileştirmenin işlem uygulanmış yüzeylerde oksijen içeren fonksiyonel grupları oluşturduğu görülmüştür. Yapıştırılmış bağlantıların mekanik özelliklerin etkilenmesinde PP yüzeylerine polar türlerin girmesiyle oluştuğu da belirtilmiştir (Mandolino ve ark. 2019).

Sun ve ark. (2019) atmosferik plazma yüzey işleminin, karbon fiber takviyeli polimer yüzeyler arasında yapışma sonrasındaki ayrılma kuvveti üzerinde çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada atmosferik plazma nozulu ve CFRP arasında ki mesafenin etkisi ve nozul dönme hızının yüzey üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar esnasında yüzey enerji değerleri ve ıslatma açıları ölçümleri yapılmıştır. Atmosferik basınç plazma işlemi esnasında 5mm/s'lik bir nozul hızı ve 18mm'lik bir nozul mesafesi uygulandığında yüzeyler arasında ayrılma kuvvetinin %267 (8,6 MPa'dan 31,6 MPa'a kadar) arttığı görülmüştür. Bu çalışma kapsamında elde edilen diğer bir sonuçta plazma uygulanmış yüzey sıcaklığının 138°C ile 175,3°C arasında olması gerektiğidir. 138°C'nin altında uygulanan sıcaklıklarda uygun yüzey modifikasyonu oluşmadığı 175,3°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda da plazma uygulanmış yüzeylerde hasar oluştuğu görülmüştür. Son olarak APPT sırasındaki CFRP tabakasının yüzey sıcaklığı, plazma işleminin proses parametrelerinin belirlenmesine rehberlik etmektedir. Proses parametreleri olarak nozulun dönme hızı ve nozulun plazma uygulanacak yüzeye olan mesafesi olarak bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışmada Kullanılan Numune Gruplarının Belirlenmesi

Atmosferik plazma yüzey işleminin temelli olarak yapılan kauçuk ve nonwoven arası yapıştırma prosesinde aşağıdaki numune grupları kullanılarak çalışmalar yapılmıştır.

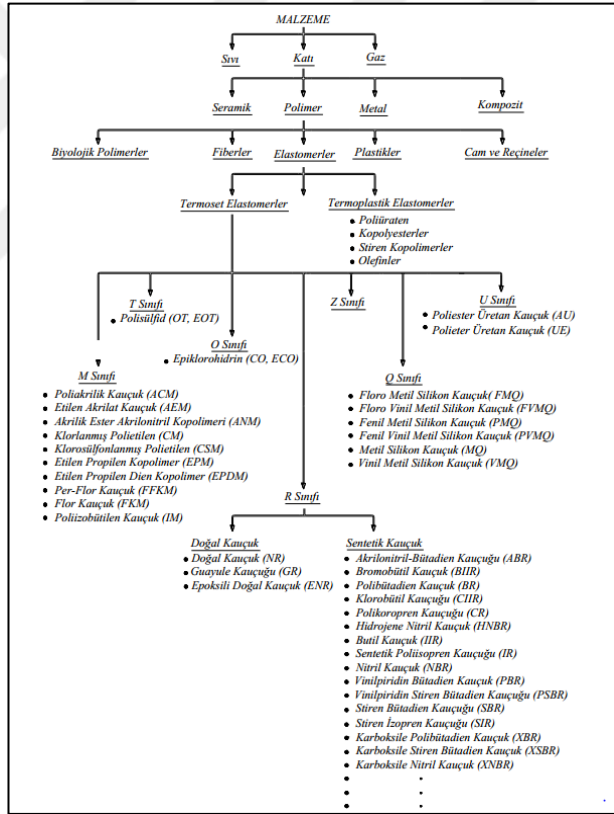
- Grup 1: Atmosferik plazma yüzey işleminin yapıştırma kuvvetine etkisi
- Grup 2: Atmosferik plazma yüzey işleminin farklı kauçuk malzemeler üzerindeki yapışma kuvvetine etkisi
- Grup 3: Farklı plazma yüksekliğinde numunelere atmosferik plazma uygulanması sonucu yapışma kuvvetlerinin incelenmesi
- Grup 4: Atmosferik plazma uygulanmış numunelerin farklı sıcak ortam parametrelerinde ve farklı sürelerde bekletilmesi ile yapışma davranışının incelenmesi
- Grup 5: Atmosferik plazma uygulanmış numuneleri farklı soğuk ortam sıcaklıklarında bekleterek yapışma davranışının incelenmesi
- Grup 6: Atmosferik plazma ile mekanik aşındırma yüzey işleminin yapışma kuvvetlerine etkilerinin incelenmesi
- Grup 7: Atmosferik plazma uygulanmış numunelerin yapıştırıcı uygulandıktan sonra bekleme esnasında yapıştırma alanına uygulanan kuvvetin etkisinin incelenmesi

Yukarıda belirlenen numune grupları sayesinde seri üretim şartları altında yapışma prosesinde karşılaşılabilecek temel ortam şartlarının değerlendirmeleri amaçlanmıştır.

3.2. Yapıştırma Prosesindeki Malzemeler Hakkında Genel Bilgiler

3.2.1. Kauçuk malzemeler hakkında genel bilgiler

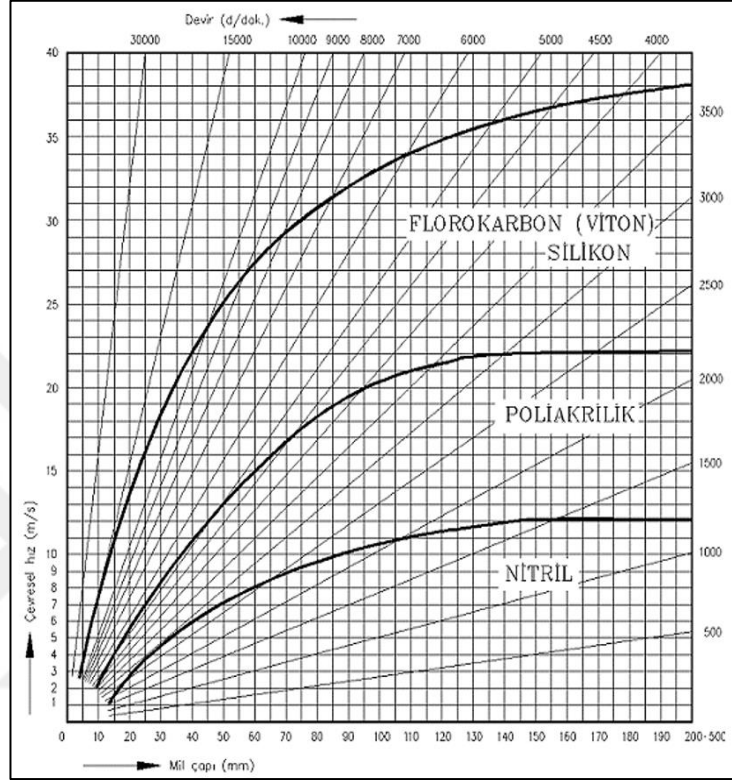
Kauçuk malzemesi, kauçuk bitkisinin öz suyundan doğal olarak ya da petrol ve alkolün birleşmesinden suni olarak elde edilen bir malzemedir. İlk zamanlarda Kauçuğun terim anlamı Hevea brasiliensis ağacının öz suyundan ortaya çıkan malzeme olarak kullanılmaktaydı. Günümüzde kauçuk malzemesinin terim anlamı ise; bir kuvvet uygulandıktan sonra, kuvvet etkisinin kalkmasının ardından eski haline gelebilen elastomer malzemeler için kullanılmaktadır. (Vahapoğlu 2013b). Kauçuk türü malzemelerin sınıflandırılması aşağıdaki şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Kauçuk türü malzemelerinin sınıflandırılması (Vahapoğlu 2013b)

Döner mil keçelerindeki kauçuk malzeme seçimi DIN 3761'de verilen çizelge değerleri kullanılarak yapılmaktadır. İlgili tablo aşağıdaki şekil 3.2.'de verilmiştir. Bu çizelgede döner mil keçesinin çalıştığı mil ölçüleri ile mile ait dönüş hızının kesişiminden ortaya

ıkan kauçuk malzeme o Şartlar altında kullanımı en uygun elastomer malzeme olarak önerilmektedir. Buradan yola çıkararak çalışmaların yapılacağı kauçuk malzemelerinde seçimi gerçekleŐmiŐtir. AŞağıda kısaca bilgilerinin verileceği ACM, HNBR, FKM ve NBR kauçuk malzemeleri kullanılarak çalışmalar yapılmıştır.



Şekil 3.2. Döner mil keçeleri için malzeme seçimi (DIN 3761-2 1983)

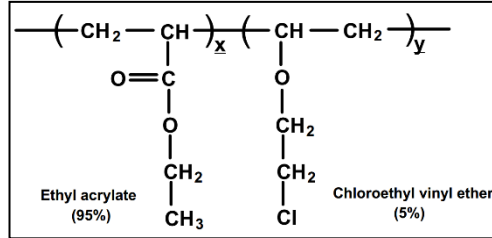
Poliakrilik (ACM) kauçuk; akrilik asit stilerin polimerleŐmesiyle ortaya çıkan üründür. Poliakrilik kauçuk nitril ve florokarbon kauçuklarının arasında bir etki gösterirler. ACM kauçuğun kimyasal yapısı Şekil 3.3. 'te verilmiştir.

Avantajları;

- Sızdırmazlık mekanizmalarında mineral yağlara, hipoid yağlara ve greslere karşı 180°C'ye kadar yüksek performansta çalışırlar. Esnek çatlamaya ve yaşlanmaya karşı gösterdikleri performanstan dolayı döner mil keçelerinde kullanılırlar. Subap keçelerinin kullanım yerlerinde FKM kauçuklar yerine kullanılmaktadır.

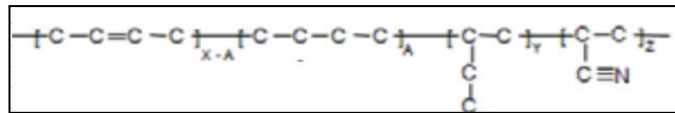
Dezavantajları;

- Düşük sıcaklık dayanımları ve suya karşı gösterdikleri mekanik etki ve dirençleri genellikle yetersizdir (Erbil 2008).



Şekil 3.3. ACM kauçuğun kimyasal yapısı (Simpson 2002)

HNBR kauçuk: NBR, EPDM ve FKM (Viton) kauçukları arasında yüksek sıcaklık dayanımı ve yüksek gerilim şartlarının gerektiği durumlarda aradaki boşluğu dolduran kauçuk malzemedir. Çalışma sıcaklıkları, $-30^{\circ}C/+150^{\circ}C$ 'dir. Motorda kullanılan yağa, asitli gazı, yağ/amin karışımına, oksitlenmiş yakıtı ve makine elemanlarında kullanılan yağlara karşı yüksek performans gösterirler. Tamamen doymuş NBR tiplerindeki peroksitler ile çapraz bağ kurabilirler. Oluşturulan bağ boyunca peroksit çapraz bağlar, ısıl kararlılık ile oksidasyonu yükseltir. Vulkanizatlar; NBR malzeme ile beraber elde edilebilecek yüksek sıcak hava ve sıcak ortamdaki yağ direnci, ozan ayrışım ile oksidatif direnci, sülfür içerikli yağlara direnci vb. ortamlardaki durumlara karşı direnci sağlamaktadır. HNBR kauçuk yüksek mekanik dayanımı ve gelişmiş aşınma direnciyle karakterize edilmektedirler (<http://www.paromak.com/hidrojen-nitril-kaucuk.html>, 2016a). HNBR kauçuğun kimyasal yapısı Şekil 3.4. 'te verilmiştir.



Şekil 3.4. HNBR kauçuğun kimyasal yapısı (Anonim 2016b)

NBR Kauçuk: Endüstride farklı alanlarda kullanılan, yağ ve gres dayanımı olan döner mil keçesi malzemesi olarak kullanılmaktadır. Yapı olarak bakıldığında diğer elastomer malzemelerden daha dayanıklıdır. NBR kauçuğun kimyasal yapısına bakıldığında nitril,

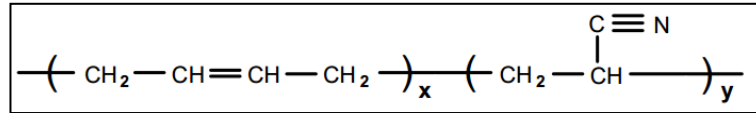
butadien ve akrilonitrilden oluştuğu görülmektedir. NBR kauçuğunun özelliklerini içerisindeki nitril miktarı ve viskozitesi etkilemektedir. Nitril miktarı %18'den %48'e doğru yükseldikçe sertliğe, sıcaklığa ve petrol bazlı yağlara, hidrokarbonlara karşı direnci iyileşmektedir. Nitril miktarında azalma oldukça soğuk ortamdaki esnekliği de azalmaktadır. Çalışma sıcaklığı, -40°C ile 105°C arasında olup kısa zamanlı olarak 120°C'ye kadar dayanıklılık göstermektedir (Kerküklü 2008). NBR kauçuğun kimyasal yapısı Şekil 3.5. 'te verilmiştir.

Avantajları;

- Çalıştığı ortamda bulunan gres, su, radyatör akışkanı ve mineral yağlara karşı gösterdikleri dirençleri iyi olmakla beraber kopma mukavemeti içinde yüksek değerlere sahiptir.

Dezavantajları;

- Çalıştığı ortamda sıcaklık değerlerinin yüksek olduğu durumlarda sertleşme göstermenin yanında soğuk ortamlarda da direnç özellikleri bulunmamaktadır. Bazı kimyasallara karşıda dayanımları kötüdür.



Şekil 3.5. NBR kauçuğun kimyasal yapısı (Simpson 2002)

FKM Kauçuk: Aşındırıcı kimyasalların, yüksek sıcaklığın ve ozon bulunan ortamlarda kullanımı tercih edilen bir kauçuk malzemedir. Döner mil keçesi olarak otomotiv endüstrisinde fazlaca kullanımı bulunmaktadır. Çalışma sıcaklığı, -30 °C ile 220 °C arasındadır (Kerküklü 2008). FKM kauçuğun kimyasal yapısı Şekil 3.6. 'da verilmiştir.

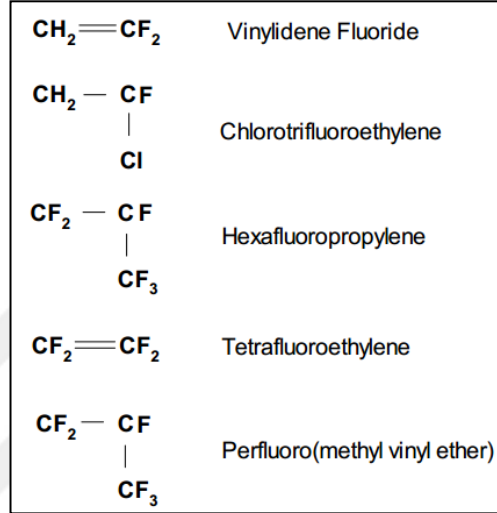
Avantajları;

- Yüksek alaşım içeren ve mineral bazlı yağların ve asitlerin bulunduğu ortamlarda yüksek direnç dayanımları vardır. Havaya, yaşlanmaya ve ozon

ortamına karşı dirençleri iyidir ve aromatik ve klorlu hidrokarbonlara karşı dayanımları da iyidir.

Dezavantajları;

- Polar akışkana karşı direncinin kötü olmasının yanında düşük sıcaklık ortamlarında da mekanik özellikleri iyi sonuçlar vermemektedir.



Şekil 3.6. FKM kauçuğun kimyasal yapısı (Simpson 2002)

3.2.2. Nonwoven malzeme hakkında genel bilgiler

Dokumasız kumaşlar, benzersiz, yüksek teknolojiye sahip, elyaflardan üretilmiş ve geniş kullanım alanına sahip kumaşlardır. (<https://www.edana.org/discover-nonwovens/what-are-nonwovens->, 2019a)

Nonwoven kumaşlar 19. yüzyıldan günümüze kadar dünyanın çeşitli bölgelerinde çok farklı amaçlar için kullanılmaktadır. İlk olarak kullanımı iplik döküntüsünün değerlendirilmesi üzerine olmuştur. Dokusuz yüzeyler uzun zamandır yorgan, çadır, elbise gibi ürünlerin üretiminde kullanılmasının yanında ıslak mendillerin, temizlik bezlerinin ve halı sahalardaki zemin kaplamalarının uygulamasında da kullanılmaktadır.

Liften başlayan bir süreç ile üretimi gerçekleştirilen nonwovenların üretiminde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler;

- Tlbent Oluşturma Yöntemi: Kuru, sulu ve filament
- Tlbent Sabitleştirme Yöntemi: Mekanik, kimyasal, ısl ve mekanik-ısl
- Tlbent Terbiye Yöntemi: Kimyasal ve Mekanik Yöntemlerdir.

(<https://tekstilsayfasi.blogspot.com/2013/12/nonwoven-nedir.html>, 2019b)

3.2.3. Epoksi yapıştırıcı hakkında genel bilgiler

Epoksi yapıştırıcılar iki bileşenli ya da tek bileşenli olan, sıcaklıkta sertleşen (termoset) reçinelerdir. İki bileşenli yapıştırıcılarda bileşenlerden birisi reçine diğeri de sertleştirici malzemelerdir. İki bileşenli yapıştırıcılar bileşenlerin birleştirilmesi sonucunda sertleşerek yapışma fonksiyonunu gerçekleştirmektedirler. Bu sertleşme sürecini sistemin ısıtılması ile hızlandırmak mümkündür. Tek bileşenli epoksi yapıştırıcılarda sistem olarak iki bileşen karıştırılır, sertleştirmek için sadece ısıtılırlar.

Epoksi yapıştırıcılar diğeri yapıştırıcılar ile karışlaştırıldıklarında çok iyi sürünme özellikleri bulunan ve yüksek kesme (makaslama) dayanımları bulunan yapıştırıcılardır. Ancak darbe ve soyulma dayanımları nispeten daha düşük olan yapıştırıcılardır. Bu zellikleri sertleştirici malzemeler ile kullanılan çift komponentli epoksi yapıştırıcılar ile iyileştirmek mümkündür. Çalışma sıcaklıkları ise çift komponentli yapıştırıcılar -50°C ile $+80^{\circ}\text{C}$ arasında iken metal dolgulu bileşenlerinde ise bu değerler -50°C ile $+120^{\circ}\text{C}$ arasındadır. İki bileşenli epoksi yapıştırıcıların karıştırılması ve ölçülmesinde dikkat edilmesi gerekmektedir. Aksi durumda yapıştırma bağında istenen özellikler elde edilemeyebilir. Yapıştırıcı uygulandıktan sonra yapıştırıcı uygulanmış bölgeye bir basınc uygulanmasında yapılması gerekmektedir (<http://artiendustri.com.tr/yazi/epoksi-yapistiricilar-ve-kullanim-alanlari>, 2019c).

3.3. Numunelere Uygulanan Yüzey İşlemler Hakkında Genel Bilgiler

3.3.1. Numunelere uygulanan atmosferik plazma hakkında genel bilgiler

Plazma, maddenin enerji seviyesi yüksek ve kararsız halidir. Maddeye verilen enerji, maddeyi katıdan-sıvıya, sıvıdan-gaz haline dönüştürmektedir. Enerji seviyesinin yükselmesiyle gaz haline kadar ulaşan maddeye elektriksel boşalma ile bir enerji girişi gerçekleşir. Bu enerji girişi ile de madde gaz halinden plazma haline geçmiş olur. Bu aşamada atom kabuğundan kopan elektronlar ile yapıdaki bağlarda kopmaya başlar. Normal şartlar altında bu durum kullanılmamaktadır. Plazma sistemindeki nozullar sayesinde bu yapılar endüstriyel amaçlı olarak kullanılmaktadır.

Yüksek gerilim altında bulunan nozullar, atmosferik ortamda bulunan gaz ya da sisteme adapte edilen bir gaz ile çalışırlar. Ortaya çıkan plazma sayesinde nozul geometrisine bağlı olarak çeşitli mesafe ve alanlarda işlemler yapılabilmektedir. 25mm genişlik ve 40mm işlem mesafesinde kullanılabilir. Nozul sistemde kullanılan farklı tasarımlar ile döner nozul sistemleri ile bu genişlik 100mm'e kadar çıkmaktadır. Plazma sistemlerinde herhangi bir kimyasal madde kullanmadan, işlem akış süreçlerine önemli derecede etki etmeden, uygun maliyetlerle üretime adapte etmek mümkün olmaktadır.

Atmosferik plazma uygulaması sayesinde yapıştırıcı uygulanacak yüzeye zarar vermeden güvenli ve yumuşak bir şekilde yüzeyi çözücü maddelerden ve katkı maddelerinden ayırmak mümkün olmaktadır. Plazma sterilizasyonu olarak da adlandırılan plazma aktivasyon sistemi sayesinde bu yüzeylere bir sonraki aşama olan kaplama ve yapışma proseslerinin güvenli bir şekilde yapılması sağlanmış olmaktadır.

<https://www.plasmatreat.com.tr/plazma-teknolojisi/acik-hava-plazma-teknigi.html>,
2019d).

3.3.2. Numunelere uygulan mekanik aşındırma hakkında genel bilgiler

Numunelere, yüzey işlem aşamasında bir başka yöntem olan mekanik aşındırma yöntemi de uygulanmıştır. Bu yöntem sayesinde numunelere uygulanacak yapıştırıcının daha fazla yüzeye temas etmesinin sağlanmasının yanında yüzey pürüzlülük değerlerinde de artışın

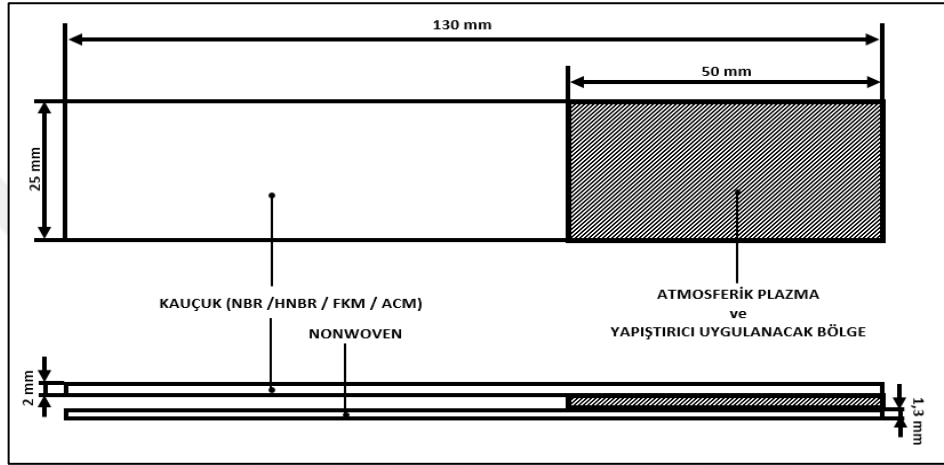
sağlanması hedeflenmiştir. Mekanik aşındırma işlemi yapılırken 147 numara zımpara kullanılmıştır. Mekanik aşındırma yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri de uygun aşındırıcı malzemenin yani bizim uygulamamızda uygun zımparanın seçilmesidir. Numunelerin hazırlık aşamasında mekanik aşındırma prosesi manuel olarak yüzeylere uygulanmıştır. İşlemin manuel olmasından dolayı uygulama esnasında farklı yüzey pürüzlülük değerleri alınmış olup bu yüzey pürüzlülük değerleri arasında kıyaslama yapılması mümkün olmuştur. Ancak işlemin manuel olarak yapılması bize seri üretim şartlarında uygun bir yapı oluşturmamaktadır. Parça üzerine uygulanan mekanik aşındırma yüzey işlemi, numune üzerinde mekaniksel hatalar, yırtılmalar gibi problemlerin oluşmasına sebep olabilir. Hataların kontrol altına alınabilmesi için parçaların üretim prosesindeki sıklığının artırılması gerekmektedir. Bu da parça üzerine ilave maliyetler getirmektedir.

3.4. Numunelerin Hazırlık Aşamaları ve Değişen Akış Şeması

Test numunelerinin hazırlanmasına kauçuk malzemelerden başlanmıştır. Kauçuk malzemeler her kauçuk için farklı olan proses şartları ile vulkanizasyon prosesinden geçmektedirler. Vulkanizasyon prosesi sayesinde, belirli basınç ve sıcaklık altında kauçuk malzemelerinin çapraz bağlanma işlemleri gerçekleşmiş olacaktır. FKM/HNBR ve ACM kauçuk malzemeleri vulkanizasyon prosesinden sonra postcure operasyonuna alınarak kauçukların ön hazırlık aşamaları tamamlanmış olmaktadır. Bu malzemelere postcure uygulanmasının amacı daha uzun vulkanizasyon süresinin önüne geçilmesini sağlamaktır. Bu proseslerden sonra kauçuk malzememizin özellikleri, döner mil keçelerinde ki kauçuk malzemenin özelliklerine geçmiş olmaktadır.

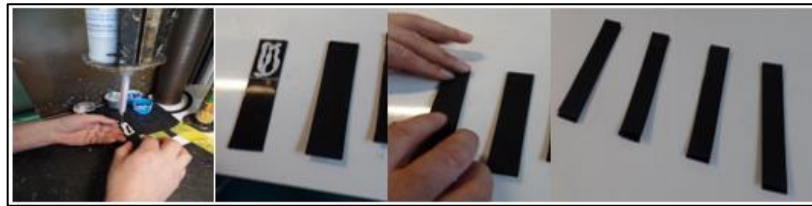
Aynı anda birden fazla kauçuk malzeme numunesini bir arada üretebilmek için kauçuk malzemeler plakalar halinde basılmıştır. Plakalar halinde basılmış olan kauçuk malzemeler 2 mm kalınlığındadır. Kauçuk malzemelerin yanında yapışma aşamasında kullanılacak bir diğer malzeme olan nonwoven malzemelerde 1,30mm kalınlığında temin edilmiştir. Hazırlanan kauçuk ve nonwoven malzemelerimiz 25x130mm ölçülerinde parçalara kesilmişlerdir. Kesilen kauçuk malzemelerde, yapıştırıcı ve yüzey işlem

uygulamak amacı ile 25x50 mm'lik yapıştırıcı uygulanacak bölge belirlenir. Yapıştırıcı uygulanan bu alana nonwoven malzeme yapıştırılarak proses gerçekleştirilmiştir. Yüzey işlem uygulanmış numunelerde proses adımları önce yüzey işlem daha sonrasında yapıştırıcı uygulama olarak benzer şekilde devam etmektedir. Yapıştırıcı uygulaması tamamlanan numuneler üzerine ağırlık uygulanarak bekleme sürecine alınır ve daha sonrasında kuruması gerçekleşene kadar bekletilir ve prosesi tamamlanmış olur. Aşağıdaki şekilde hazırlanan numunelerin boyutsal ve bölgesel tanımları görülmektedir.



Şekil 3.7. Numunelerin boyutsal ve bölgesel tanımlamaları

Ön yüzey işlemi uygulanmış ve uygulanmamış numunelere ait ortaya çıkan işlemlerin görüntüleri aşağıdaki Şekil 3.8. ile Şekil 3.11. arasında verilmiştir.



Şekil 3.8. Yapılan işlemler (Yüzey işlem uygulanmamış)



Şekil 3.9. Yapılan işlemler (Atmosferik plazma yüzey işlem uygulanmış)

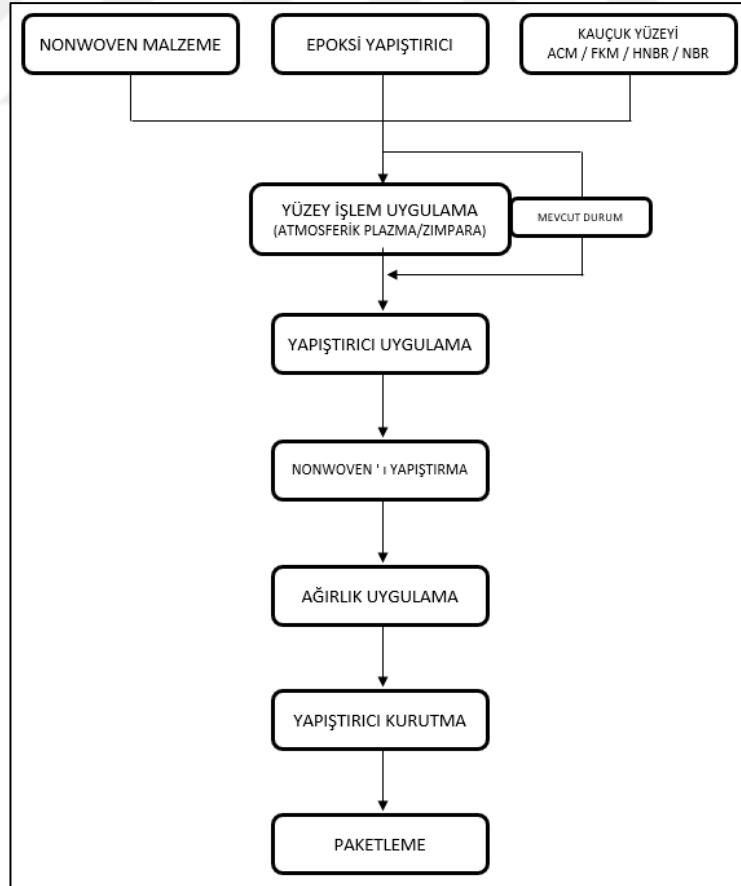


Şekil 3.10. Yapılan işlemler (Zımpara yüzey işlem uygulanmış)



Şekil 3.11. Yapılan işlemler (Atmosferik plazma+Zımpara yüzey işlem uygulanmış)

Yapılan çalışmalar neticesinde ortaya çıkan yapıştırma sürecini anlatan İş Akış Şeması aşağıdaki Şekil 3.12.'de verilmektedir.



Şekil 3.12. Değişen iş akış şeması

3.5 Kauçuk Numunelerin Yapıştırma Proses Öncesi Kontrolleri

Yapıştırma sürecine alınmadan önce kauçuk malzemelerin sertlik (ShA ve IRHD), yoğunluk ve yüzey pürüzlülük değerleri daha önceden belirlenen numune gruplarına göre kontrol edilmiştir. Kullanılan ölçüm aletleri aşağıdaki Şekil 3.13.'te verilmiştir.



Şekil 3.13. Kullanılan ölçüm aletleri (Soldan: Yoğunluk, ShA, IRHD ve Yüzey Pürüzlülük)

Grup 1: Atmosferik plazma yüzey işleminin yapıştırma kuvvetine etkisi, numune grubuna ait ölçüm kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.1 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Grup 1 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri

	SERTLİK		YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ (µm)			YOĞUNLUK
	ShA	IRHD	Ra	Rz	Rzmax	g/cm ³
ACM - 1 PLAZMASIZ	76,4	74,9	0,290	1,547	3,424	1,34
	77,3	76,4	0,204	1,162	3,568	1,33
	78	76,4	0,282	1,981	2,320	1,34
ACM - 1 PLAZMALI	78,9	77	0,257	2,630	3,792	1,33
	76,5	76,5	0,490	3,885	4,896	1,34
	77,3	77,3	0,276	2,080	3,120	1,33

Grup 2: Atmosferik plazma yüzey işleminin farklı kauçuk malzemeler üzerindeki yapışma kuvvetine etkisi, numune grubuna ait ölçüm kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Grup 2 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri

	SERTLİK		YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ (µm)			YOĞUNLUK
	ShA	IRHD	Ra	Rz	Rzmax	g/cm ³
ACM - 1 PLAZMASIZ	76,4	74,9	0,290	1,547	3,424	1,34
	77,3	76,4	0,204	1,162	3,568	1,33
	78	76,4	0,282	1,981	2,320	1,34
ACM - 1 PLAZMALI	78,9	77	0,257	2,630	3,792	1,33
	76,5	76,5	0,490	3,885	4,896	1,34
	77,3	77,3	0,276	2,080	3,120	1,33
ACM - 2 PLAZMASIZ	79,2	76,2	0,231	1,479	5,840	1,44
	78,2	75,8	0,256	1,611	6,000	1,43
	78,9	76,8	0,286	1,946	2,992	1,44
ACM - 2 PLAZMALI	79,4	77,3	0,363	2,954	7,328	1,44
	79,4	76,5	0,293	2,496	4,352	1,45
	77,6	75,8	0,459	2,845	3,056	1,44
FKM PLAZMASIZ	76,8	71	0,517	4,739	5,424	2,26
	76,6	72,2	0,593	4,504	5,136	2,27
	77,1	72,6	0,508	3,869	5,568	2,26
FKM PLAZMALI	76,2	71	0,695	4,723	5,632	2,25
	76,2	71,7	0,463	3,766	5,568	2,25
	76,5	72,7	0,423	3,085	3,312	2,26
HNBR PLAZMASIZ	84,6	84,5	0,366	2,119	4,336	1,21
	84,3	85	0,414	2,224	4,368	1,23
	85	83,8	0,312	2,240	2,528	1,22
HNBR PLAZMALI	86,1	84,1	0,318	3,158	7,200	1,23
	84,8	83,8	0,609	3,984	5,168	1,22
	85,4	83,4	0,385	2,611	3,824	1,23
NBR PLAZMASIZ	74,9	73,9	0,514	3,733	4,480	1,21
	75,1	73,1	0,474	3,955	6,560	1,21
	75,8	73,1	0,373	3,146	4,976	1,21
NBR PLAZMALI	76,2	73,9	0,351	2,550	3,360	1,21
	75,6	73,6	0,285	2,294	3,008	1,21
	76,4	73,7	0,406	2,374	3,104	1,22

Grup 3: Farklı plazma yüksekliğinde numunelere atmosferik plazma uygulanması sonucu yapışma kuvvetlerinin incelenmesi, numune grubuna ait ölçüm kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Grup 3 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri

	SERTLİK		YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ (µm)			YOĞUNLUK
	ShA	IRHD	Ra	Rz	Rzmax	g/cm ³
ACM - 1 PLAZMALI_ 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	76,5	73,4	0,189	0,988	2,896	1,33
	78,1	75,9	0,154	0,964	2,112	1,33
	76,6	74,9	0,276	1,571	3,344	1,33
ACM - 1 PLAZMALI_ 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	78,9	77	0,257	2,630	3,792	1,33
	76,5	76,5	0,490	3,885	4,896	1,34
	77,3	77,3	0,276	2,080	3,120	1,33
ACM - 2 PLAZMALI_ 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	77,7	77,6	0,222	1,402	3,040	1,45
	78,6	77,1	0,246	1,543	2,704	1,44
	78,8	77	0,258	1,613	4,432	1,45
ACM - 2 PLAZMALI_ 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	79,4	77,3	0,363	2,954	7,328	1,44
	79,4	76,5	0,293	2,496	4,352	1,45
	77,6	75,8	0,459	2,845	3,056	1,44
FKM PLAZMALI_ 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	75,3	72,2	0,866	7,317	8,864	2,26
	76,1	72,5	0,646	4,800	6,256	2,27
	75,6	72,3	0,579	4,837	6,592	2,26
FKM PLAZMALI_ 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	76,2	71	0,695	4,723	5,632	2,25
	76,2	71,7	0,463	3,766	5,568	2,25
	76,5	72,7	0,423	3,085	3,312	2,26
HNBR PLAZMALI_ 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	84,5	84,1	0,364	2,154	4,176	1,23
	84,5	84,1	0,347	1,910	4,064	1,22
	85,5	85,2	0,275	1,624	3,184	1,22
HNBR PLAZMALI_ 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	86,1	84,1	0,318	3,158	7,200	1,23
	84,8	83,8	0,609	3,984	5,168	1,22
	85,4	83,4	0,385	2,611	3,824	1,23
NBR PLAZMALI_ 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	75,5	73,1	0,407	3,509	5,584	1,22
	74,8	72	0,446	3,859	6,336	1,2
	74,3	72,3	0,419	3,491	6,032	1,2
NBR PLAZMALI_ 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	76,2	73,9	0,351	2,550	3,360	1,21
	75,6	73,6	0,285	2,294	3,008	1,21
	76,4	73,7	0,406	2,374	3,104	1,22

Grup 4: Atmosferik plazma uygulanmış numunelerin farklı sıcaklıktaki ortam parametrelerinde ve farklı sürelerde bekletilmesi ile yapışma davranışının incelenmesi, numune grubuna ait ölçüm kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.4.'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Grup 4 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri

	SERTLİK		YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ (µm)			YOĞUNLUK
	ShA	IRHD	Ra	Rz	Rzmax	g/cm ³
60 °C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE_1-2-3	76	74,2	0,315	2,099	3,552	1,33
	76,6	73,8	0,351	1,859	2,368	1,33
	78,3	76,7	0,344	2,995	3,664	1,34
80 °C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE_4-5-6	78,4	76,9	0,304	1,907	2,720	1,33
	78,6	76,6	0,287	2,749	3,456	1,33
	77,8	75,2	0,315	1,946	2,848	1,33
120 °C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE_7-8-9	78	76,6	0,342	1,923	2,240	1,35
	78,7	76,9	0,387	2,307	2,656	1,34
	78,4	76,2	0,248	1,891	2,816	1,33
60 °C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE_43- 44-45	76,5	75	0,344	2,118	2,816	1,33
	77,3	76,1	0,408	3,565	7,792	1,32
	77,4	76,2	0,374	2,506	4,624	1,33
80 °C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_13-14-15	79	77,2	0,225	1,642	2,016	1,33
	78,4	76,9	0,308	2,090	2,992	1,33
	76,9	75,7	0,415	2,710	5,216	1,34
120 °C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_16-17-18	77,1	75,7	0,385	2,752	3,584	1,34
	79,5	77,2	0,319	2,605	3,696	1,32
	78	76,5	0,384	2,528	3,600	1,32
60 °C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_19-20-21	77,6	75,3	0,343	2,144	3,424	1,32
	78,1	76,4	0,328	2,070	3,760	1,32
	78,2	76,2	0,367	2,509	3,376	1,35
80 °C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_22-23-24	79,9	77,4	0,287	1,709	2,384	1,35
	79,3	77,2	0,359	2,333	3,760	1,35
	79,1	76,9	0,279	1,994	2,352	1,33
120 °C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_25-26-27	79,1	76,8	0,218	1,654	2,656	1,31
	79,6	77,1	0,353	2,750	4,560	1,31
	78,6	76,4	0,363	2,669	4,720	1,33

Grup 5: Atmosferik plazma uygulanmış numuneleri farklı soğukluktaki ortam sıcaklıklarında bekletilerek yapışma davranışının incelenmesi, numune grubuna ait ölçüm kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.5.'te verilmiştir.

Çizelge 3.5. Grup 5 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri

	SERTLİK		YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ (µm)			YOĞUNLUK
	ShA	IRHD	Ra	Rz	Rzmax	g/cm ³
-40 °C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_25-26-27	76,6	78	0,393	2,547	3,904	1,32
	76,5	75,5	0,436	2,384	3,120	1,31
	77,2	76,5	0,339	2,013	2,288	1,32
-20 °C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_40-41-42	76,9	73,4	0,301	1,834	2,112	1,33
	77	75	0,459	2,749	3,616	1,32
	77,1	75,5	0,469	2,554	3,280	1,33

Grup 6: Atmosferik plazma ile mekanik aşındırma yüzey işlemin yapışma kuvvetlerine etkilerinin incelenmesi, numune grubuna ait ölçüm kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Grup 6 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri

	SERTLİK		YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ (µm)			YOĞUNLUK
	ShA	IRHD	Ra	Rz	Rzmax	g/cm ³
ATMOSFERİK PLAZMA ve ZIMPARA	76,4	74,9	0,290	1,547	3,424	1,34
UYGULANMAMIŞ NUMUNELER_ACM - 1	77,3	76,4	0,204	1,162	3,568	1,33
PLAZMASIZ	78	76,4	0,282	1,981	2,320	1,34
ATMOSFERİK PLAZMA UYGULANMAMIŞ_	76,5	77,4	0,337	2,656	3,936	1,31
ZIMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_	77,4	75,6	0,473	2,614	3,392	1,32
NUMUNE_34-35-36	78,7	76,7	0,348	2,022	2,592	1,33
ATMOSFERİK PLAZMA ve ZIMPARA	77,6	77	2,166	14,886	16,656	1,33
UYGULANMIŞ NUMUNELER	77,1	75,8	3,124	22,349	36,432	1,32
NUMUNE_37-38-39	77,9	75,3	1,269	9,226	11,760	1,33

Grup 7: Atmosferik plazma uygulanmış numunelerin yapıştırıcı uygulandıktan sonra bekleme esnasında yapıştırma alanına uygulanan kuvvetin etkisinin incelenmesi, numune grubuna ait ölçüm kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.7.'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Grup 7 numuneler için sertlik, yüzey pürüzlülüğü ve yoğunluk değerleri

	SERTLİK		YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ (µm)			YOĞUNLUK
	ShA	IRHD	Ra	Rz	Rzmax	g/cm ³
60 °C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA	76	74,2	0,315	2,099	3,552	1,33
BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	76,6	73,8	0,351	1,859	2,368	1,33
NUMUNE_1-2-3	78,3	76,7	0,344	2,995	3,664	1,34
60 °C / 3 SAAT KUVVET UYGULANMADAN	78,5	76,6	0,334	2,803	4,880	1,32
BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	79,2	77,3	0,300	1,878	2,832	1,33
NUMUNE_10-11-12	79,8	77,1	0,201	1,270	1,824	1,34

Yapıştırma kuvvet testine alınması için hazırlanan numuneler için bir başka kontrolde numunelere ve yapıştırıcılara ait kütle değerlerine ilişkin kontrollerdir. Yapıştırma prosesinden önce nonwoven ve kauçuk malzemelerinin ayrı ayrı ağırlıkları kontrol edilmiş olup, yapıştırma prosesinden sonra da numunelerin toplam ağırlıklarının kontrolleri yapılmıştır. Bu sayede proses içerisinde bulunan epoksi yapıştırıcı maddenin ağırlığı da kontrol altına alınmıştır. Bu kontroller sayesinde manuel olarak yapılan yapıştırıcı prosesinde en nominal değerler altında sürecin uygulanması sağlanmıştır.

Grup 1: Atmosferik plazma yüzey işleminin yapıştırma kuvvetine etkisi, numune grubuna ait ağırlık kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.8.'de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Grup 1 numuneler için kütle değerleri

	Kauçuk Ağırlığı (g)	Nonwoven Ağırlığı (g)	Toplam Ağırlık (g)	Yapıştırıcı Ağırlığı (g)
ACM - 1 PLAZMASIZ	9,01	1,57	11,36	0,78
	8,5	1,42	10,76	0,84
	8,44	1,58	10,81	0,79
ACM - 1 PLAZMALI	8,32	1,47	10,59	0,8
	8,57	1,55	10,95	0,83
	8,4	1,56	10,73	0,77

Grup 2: Atmosferik plazma yüzey işleminin farklı kauçuk malzemeler üzerinde ki yapışma kuvvetine etkisi, numune grubuna ait ağırlık kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.9.'da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Grup 2 numuneler için kütle değerleri

	Kauçuk Ağırlığı (g)	Nonwoven Ağırlığı (g)	Toplam Ağırlık (g)	Yapıştırıcı Ağırlığı (g)
ACM - 1 PLAZMASIZ	9,01	1,57	11,36	0,78
	8,5	1,42	10,76	0,84
	8,44	1,58	10,81	0,79
ACM - 1 PLAZMALI	8,32	1,47	10,59	0,8
	8,57	1,55	10,95	0,83
	8,4	1,56	10,73	0,77
ACM - 2 PLAZMASIZ	8,87	1,49	11,19	0,83
	9,54	1,43	11,75	0,78
	9,6	1,41	11,82	0,81
ACM - 2 PLAZMALI	9,64	1,46	11,92	0,82
	8,96	1,52	11,31	0,83
	9,42	1,48	11,67	0,77
FKM PLAZMASIZ	15,06	1,54	17,39	0,79
	14,82	1,45	17,05	0,78
	14,85	1,47	17,12	0,8
FKM PLAZMALI	14,05	1,53	16,42	0,84
	14,7	1,56	17,04	0,78
	15,33	1,49	17,58	0,76
HNBR PLAZMASIZ	8,22	1,55	10,54	0,77
	7,81	1,53	10,16	0,82
	7,52	1,57	9,94	0,85
HNBR PLAZMALI	7,66	1,42	9,88	0,8
	8,12	1,51	10,41	0,78
	7,54	1,54	9,93	0,85
NBR PLAZMASIZ	8,31	1,44	10,53	0,78
	7,64	1,47	9,89	0,78
	8,16	1,55	10,46	0,75
NBR PLAZMALI	7,65	1,54	10,01	0,82
	7,74	1,52	10,11	0,85
	8,27	1,52	10,61	0,82

Grup 3: Farklı plazma yüksekliğinde numunelere atmosferik plazma uygulanması sonucu yapışma kuvvetlerinin incelenmesi, numune grubuna ait ağırlık kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.10.'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Grup 3 numuneler için kütle değerleri

	Kauçuk Ağırlığı (g)	Nonwoven Ağırlığı (g)	Toplam Ağırlık (g)	Yapıştırıcı Ağırlığı (g)
ACM - 1 PLAZMALI_ 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	8,22	1,45	10,47	0,8
	9,1	1,58	11,44	0,76
	8,7	1,55	11,1	0,85
ACM - 1 PLAZMALI_ 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	8,32	1,47	10,59	0,8
	8,57	1,55	10,95	0,83
	8,4	1,56	10,73	0,77
ACM - 2 PLAZMALI_ 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	9,46	1,52	11,81	0,83
	8,95	1,54	11,29	0,8
	9,6	1,48	11,86	0,78
ACM - 2 PLAZMALI_ 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	9,64	1,46	11,92	0,82
	8,96	1,52	11,31	0,83
	9,42	1,48	11,67	0,77
FKM PLAZMALI_ 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	13,96	1,44	16,22	0,82
	15,4	1,52	17,76	0,84
	14,88	1,48	17,19	0,83
FKM PLAZMALI_ 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	14,05	1,53	16,42	0,84
	14,7	1,56	17,04	0,78
	15,33	1,49	17,58	0,76
HNBR PLAZMALI_ 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	7,59	1,59	9,98	0,8
	8,02	1,52	10,31	0,77
	8,35	1,57	10,7	0,78
HNBR PLAZMALI_ 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	7,66	1,42	9,88	0,8
	8,12	1,51	10,41	0,78
	7,54	1,54	9,93	0,85
NBR PLAZMALI_ 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	7,96	1,42	10,22	0,84
	8,28	1,56	10,64	0,8
	7,79	1,51	10,05	0,75
NBR PLAZMALI_ 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ	7,65	1,54	10,01	0,82
	7,74	1,52	10,11	0,85
	8,27	1,52	10,61	0,82

Grup 4: Atmosferik plazma uygulanmış numunelerin farklı sıcaklıktaki ortam parametrelerinde ve farklı sürelerde bekletilmesi ile yapışma davranışının incelenmesi, numune grubuna ait ağırlık kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.11.'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Grup 4 numuneler için kütle değerleri

	Kauçuk Ağırlığı (g)	Nonwoven Ağırlığı (g)	Toplam Ağırlık (g)	Yapıştırıcı Ağırlığı (g)
60 °C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	8,66	1,47	10,88	0,75
NUMUNE_1-2-3	8,51	1,59	10,89	0,79
	8,31	1,42	10,55	0,82
80 °C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	8,42	1,55	10,79	0,82
NUMUNE_4-5-6	9,06	1,45	11,32	0,81
	8,28	1,43	10,54	0,83
120 °C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	8,96	1,49	11,29	0,84
NUMUNE_7-8-9	8,48	1,5	10,76	0,78
	8,42	1,57	10,75	0,76
60 °C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	8,68	1,59	11,1	0,83
NUMUNE_43-44-45	8,87	1,41	11,07	0,79
	8,77	1,55	11,09	0,77
80 °C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	8,81	1,5	11,1	0,79
NUMUNE_13-14-15	8,24	1,59	10,65	0,82
	9,15	1,46	11,45	0,84
120 °C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	8,99	1,59	11,36	0,78
NUMUNE_16-17-18	8,31	1,5	10,56	0,75
	8,59	1,5	10,92	0,83
60 °C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	8,3	1,58	10,68	0,8
NUMUNE_19-20-21	9,05	1,41	11,27	0,81
	8,96	1,58	11,36	0,82
80 °C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	8,6	1,54	10,9	0,76
NUMUNE_22-23-24	8,66	1,54	11,03	0,83
	8,55	1,5	10,85	0,8
120 °C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_	8,25	1,5	10,51	0,76
NUMUNE_25-26-27	8,7	1,56	11,06	0,8
	8,57	1,43	10,75	0,75

Grup 5: Atmosferik plazma uygulanmış numuneleri farklı soğukluktaki ortam sıcaklıklarında bekletilerek yapışma davranışının incelenmesi, numune grubuna ait ağırlık kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.12.'de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Grup 5 numuneler için kütle değerleri

	Kauçuk Ağırlığı (g)	Nonwoven Ağırlığı (g)	Toplam Ağırlık (g)	Yapıştırıcı Ağırlığı (g)
-40 °C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_25-26-27	8,9	1,58	11,24	0,76
	8,53	1,54	10,9	0,83
	8,2	1,47	10,52	0,85
-20 °C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_40-41-42	8,46	1,58	10,89	0,85
	8,53	1,5	11,04	1,01
	8,88	1,45	11,15	0,82

Grup 6: Atmosferik plazma ile mekanik aşındırma yüzey işlemin yapışma kuvvetlerine etkilerinin incelenmesi, numune grubuna ait ağırlık kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.13 'te verilmiştir.

Çizelge 3.13. Grup 6 numuneler için kütle değerleri

	Kauçuk Ağırlığı (g)	Nonwoven Ağırlığı (g)	Toplam Ağırlık (g)	Yapıştırıcı Ağırlığı (g)
ATMOSFERİK PLAZMA ve ZIMPARA UYGULANMAMIŞ NUMUNELER_ACM - 1 PLAZMASIZ	9,01	1,57	11,36	0,78
	8,5	1,42	10,76	0,84
	8,44	1,58	10,81	0,79
ATMOSFERİK PLAZMA UYGULANMAMIŞ ZIMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_ NUMUNE_34-35-36	8,9	1,59	11,33	0,84
	9	1,4	11,21	0,81
	8,74	1,48	11,03	0,81
ATMOSFERİK PLAZMA ve ZIMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER NUMUNE_37-38-39	8,85	1,6	11,25	0,8
	9,02	1,56	11,36	0,78
	8,91	1,54	11,26	0,81

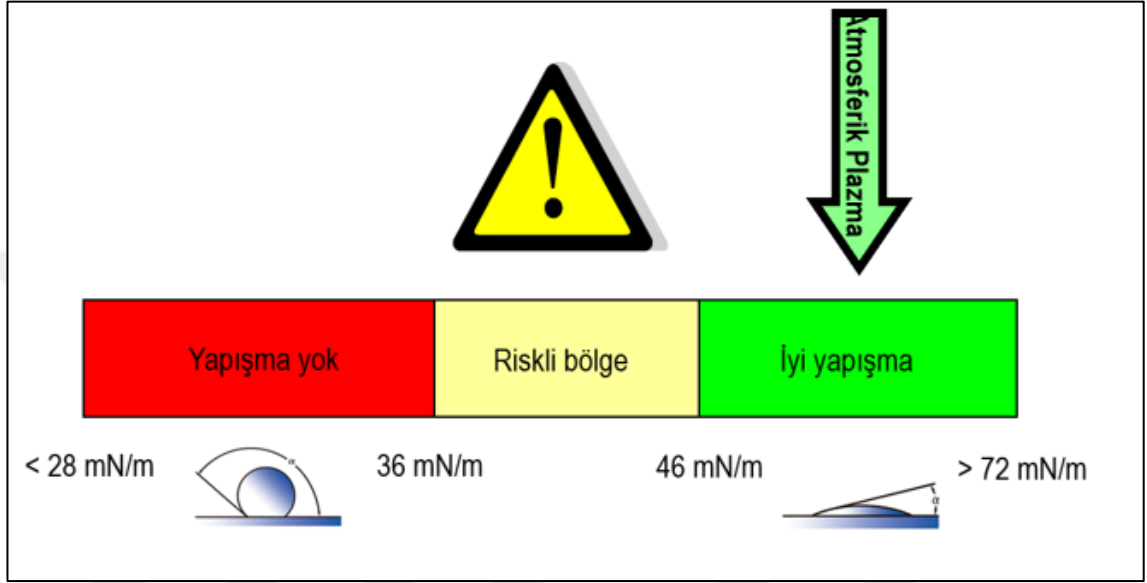
Grup 7: Atmosferik plazma uygulanmış numunelerin yapıştırıcı uygulandıktan sonra bekleme esnasında yapıştırma alanına uygulanan kuvvetin etkisinin incelenmesi, numune grubuna ait ağırlık kontrolleri aşağıdaki Çizelge 3.14. 'te verilmiştir.

Çizelge 3.14. Grup 7 numuneler için kütle değerleri

	Kauçuk Ağırlığı (g)	Nonwoven Ağırlığı (g)	Toplam Ağırlık (g)	Yapıştırıcı Ağırlığı (g)
60 °C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_1-2-3	8,66	1,47	10,88	0,75
	8,51	1,59	10,89	0,79
	8,31	1,42	10,55	0,82
60 °C / 3 SAAT KUVVET UYGULANMADAN BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_ NUMUNE_10-11-12	8,66	1,56	11,02	0,8
	8,78	1,41	10,99	0,8
	8,89	1,55	11,19	0,75

3.6. Numunelerin Uygulanan Atmosferik Plazma Kontrol Metodu

Numunelere uygulanan atmosferik plazma yüzey ön işleminin kontrolü amaçlı su kırılma testi yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntem ile aşağıda ki şekil 3.14.'te gösterildiği gibi iyi yapışmanın sağlanabilmesi için yüzey geriliminin >72 mN/m olması beklenmektedir.



Şekil 3.14. Yapışma-Yüzey gerilimi ilişkisi

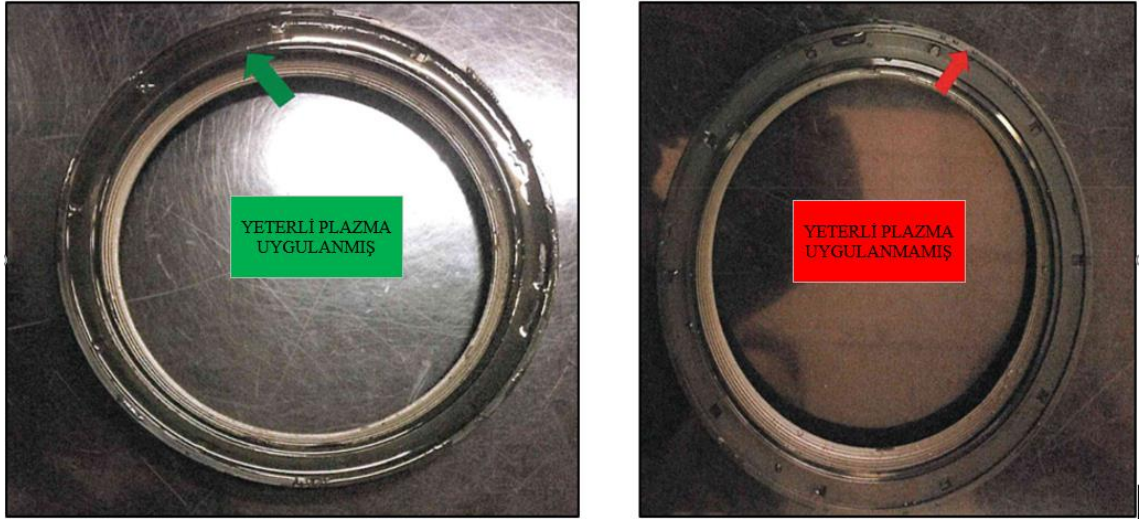
Aşağıda bazı sıvıların yüzey gerilim değerlerini görebilirsiniz;

- Suyun yüzey gerilimi $0,073$ N/m,
- Etil alkolünki $0,022$ N/m ve
- Civanınki $0,472$ N/m'dir.

Yukarıda yüzey gerilim değerleri verilmiş olan 3 farklı sıvı içerisinde, numunelerin yüzey gerilimlerini kontrol etmek için en uygun sıvının su olduğu gözlenmektedir. Çünkü suyun yüzey gerilmesi yapışmanın uygun bir şekilde gerçekleşmesi için gerekli olan >72 mN/m yüzey gerilim değerinin hemen üzerinden bir değere sahiptir. Örnek olarak burada etil alkol ve benzeri yüzey gerilimine sahip sıvı kullanılması durumunda uygun yapışma için istenen yüzey gerilim değerinin çok altında olmasından dolayı uygulanan ön yüzey

işleminin uygun olduğunu teyit etmek mümkün olmamaktadır. Diğer taraftan da cıva benzeri bir yüzey gerilimine sahip sıvı kullanılması durumunda da yüzeylere zarar verebilecek düzeyde ön işlemlerin yapılmasına sebep olunabilmektedir. Bu belirtilen sebeplerden dolayı numunelere uygulanan atmosferik plazma yüzey ön işleminin kontrolü amaçlı su kırılma testi yöntemi seçilmiştir.

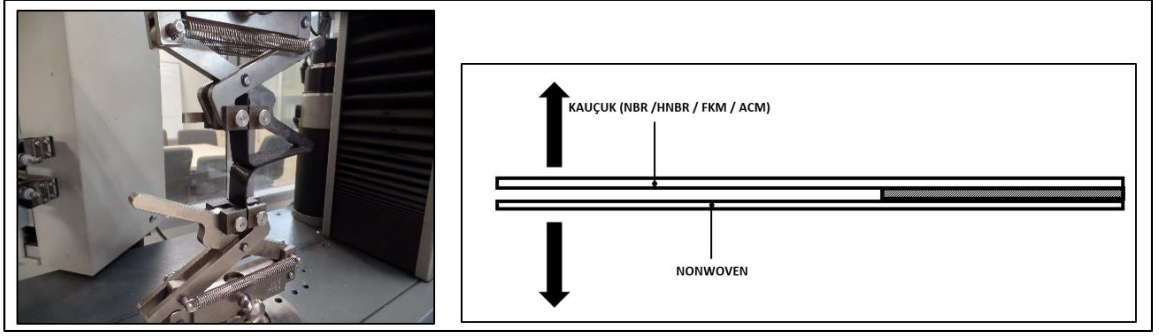
Aşağıdaki Şekil 3.15.'de örnek bir krank keçesi üzerine uygulanan uygun olan ve uygun olmayan atmosferik plazma yüzey işlemine ait şekil verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi atmosferik plazma işleminin doğru olarak yapıldığını anlamak için, suyun parça üzerinde kalması yani suyun yüzeyde tutunması gerekmektedir. Bunun yanında atmosferik plazmanın uygun olarak yapılmadığı yüzeyde de suyun kalmadığı yani yüzeyde tutunamadığı görülmektedir.



Şekil 3.15. Atmosferik plazma uygulanmış parçalar için su kırılma testi

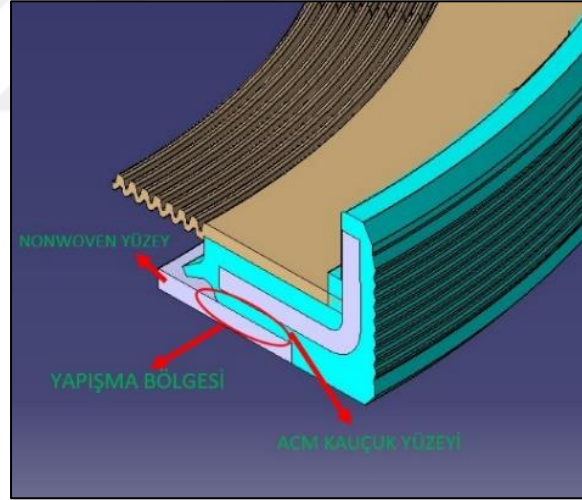
3.7. Numunelerin Uygulanan Yapışma Kuvveti Ölçüm Metodu

Hazırlanan deney numuneleri yapıştırıcı uygulanmamış bölgelerinden tensometrenin çenelerine bağlanır. Bağlanan numuneler 50mm/dk hızla çekme işlemi uygulanır. Bu çekme işlemi Şekil 3.16.'da gösterilmektedir.



Şekil 3.16. Yapışma kuvvetinin tensometre yardımıyla ölçülmesi

Çekme işleminin standart yöntemler yerine yukarıda ki şekilde gösterildiği gibi yapılmasının en önemli nedeni döner mil keçesi üzerinde bulunan nonwoven malzemenin montajı ve çalışma esnasında maruz kalabileceği kuvvet yönleri düşünüldüğü için bu şekilde bir çekme kuvveti uygulanmıştır. Aşağıdaki Şekil 3.17.'de örnek bir krank keçesi üzerinde nonwoven-ACM kauçuk yüzeyleri ve yapıştırıcı uygulanan bölgeler gösterilmektedir.



Şekil 3.17. Çalışmada kullanılan nonwoven ve ACM kauçuk yüzeyler

Çekme işlemi esnasında okunan değerler cihaz tarafından otomatik olarak raporlanır. Raporlama yapışmanın sona erdiği noktaya kadar devam etmektedir. Aşağıda cihaz tarafından raporlaması yapılmış örnek Şekil 3.18.'de verilmektedir.

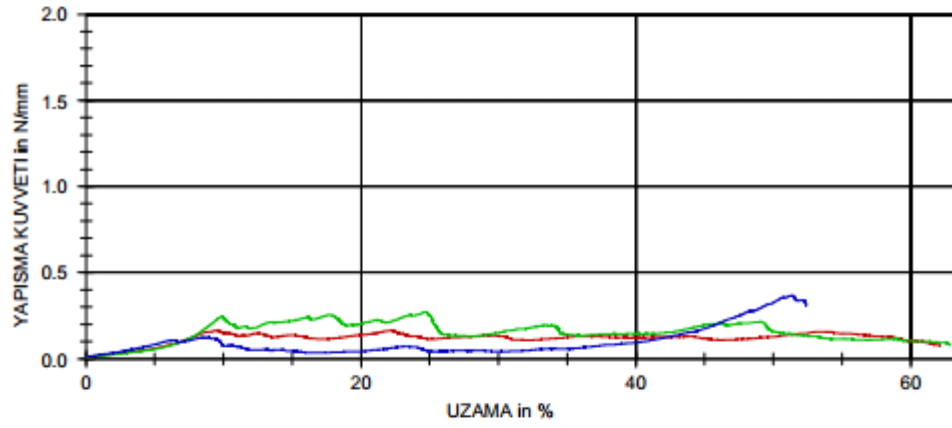
Test report

Material : ACM-1_PLAZMALI NUMUNE 1_2_3 Note :
Test speed : 50 mm/min

Test results:

Nr	F _{max} N/mm	F _{Break} N/mm	Enerji mJ/mm	b ₀ mm
⇒ 1	0,1641	0,07492	0,93	25
⇒ 2	0,2707	0,08106	5,68	25
⇒ 3	0,3667	0,3110	6,68	25

Series graph:



Statistics:

Series n = 3	F _{max} N/mm	F _{Break} N/mm	Enerji mJ/mm	b ₀ mm
x	0,2672	0,1556	4,43	25
s	0,1014	0,1345	3,07	0,000
v	37,94	86,44	69,33	0,00

Şekil 3.18. Yapışma kuvvetinin tensometre tarafından raporlanması

4. BULGULAR

Atmosferik plazma yüzey işlemi esas alınarak yapılan kauçuk ve nonwoven arası yapıştırma prosesine ait araştırma çalışmaları ile ortaya çıkan test sonuçları, daha önce belirlenen test grupları şeklinde raporlamaları yapılmıştır.

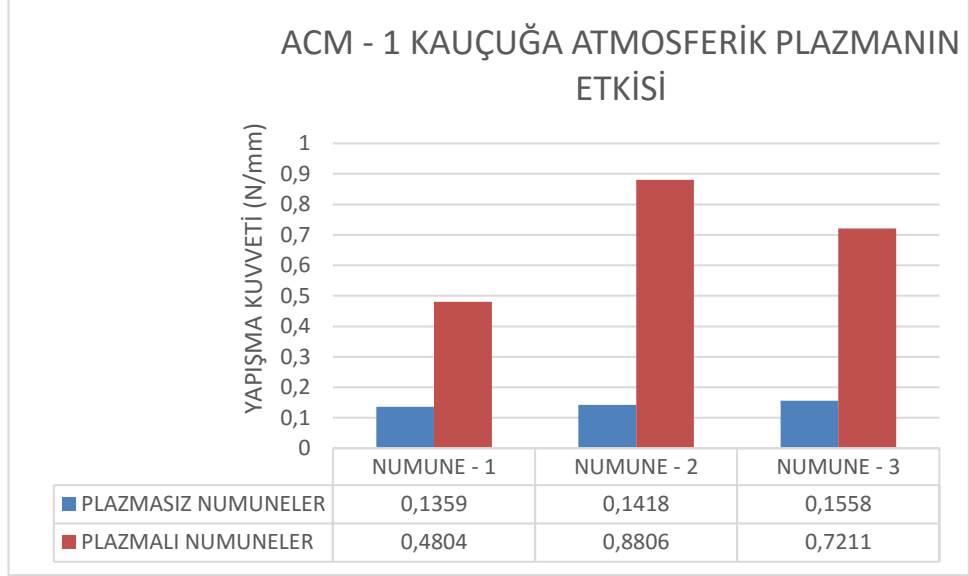
4.1. Grup 1: Atmosferik Plazma Yüzey İşleminin Yapıştırma Kuvvetine Etkisi

Atmosferik plazma yüzey işlemi uygulanmış ve uygulanmamış numunelerin karşılaştırılması amaçlı yapılan bu çalışmaya ait sonuçlar aşağıdaki Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Bu çalışmalar esnasında ACM-1 kauçuğu kullanılarak yapılmıştır. Detaylı tensometre sonuçları EK 2. ve EK 3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Grup 1 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları

NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)
ACM 1 PLAZMASIZ/NUMUNE 1	0,1359	0,1445	ACM 1 PLAZMALI/NUMUNE 4	0,4804	0,694
ACM 1 PLAZMASIZ/NUMUNE 2	0,1418		ACM 1 PLAZMALI/NUMUNE 5	0,8806	
ACM 1 PLAZMASIZ/NUMUNE 3	0,1558		ACM 1 PLAZMALI/NUMUNE 6	0,7211	

Atmosferik plazma yüzey işlemi uygulanmış ve uygulanmamış numunelerin test sonuçlarına ait grafik sonuçları da aşağıdaki Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Grup 1 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları

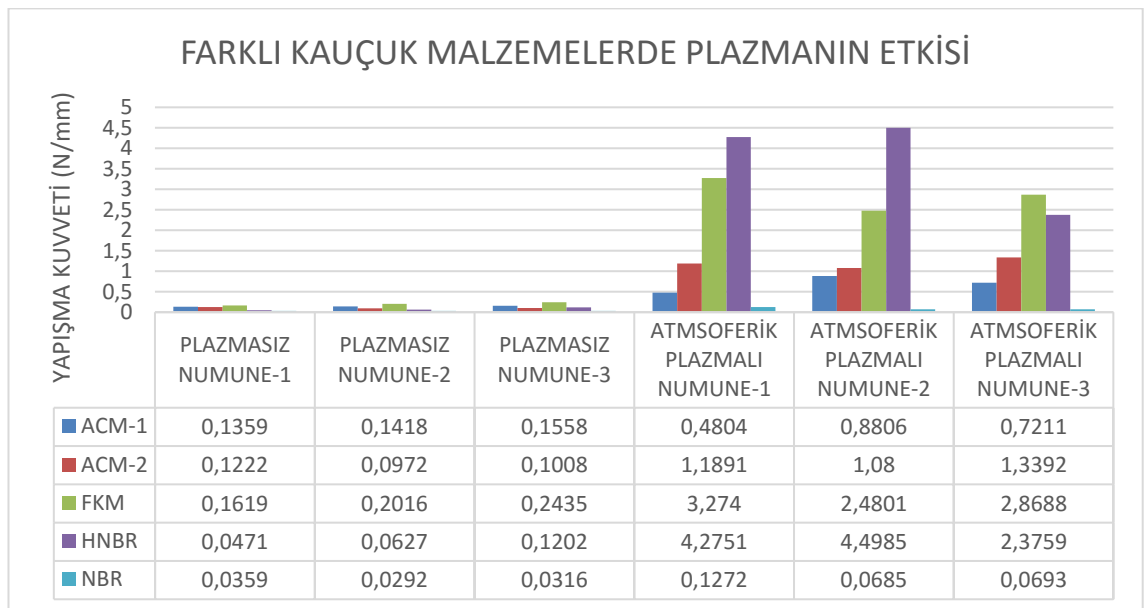
4.2. Grup 2: Atmosferik Plazma Yüzey İşleminin Farklı Kauçuk Malzemeler Üzerindeki Yapışma Kuvvetine Etkisi

Atmosferik plazma yüzey işlemi her yüzeyde farklı etkiler gösterebilmektedir. Çünkü her malzemenin kendine ait bir yüzey gerilim değerleri bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında aynı şartlar altında farklı kauçuk malzemeler kullanılarak yapılan test sonuçlarına ait değerler aşağıdaki Çizelge 4.2.'de verilmektedir. Bu çalışma da 4 farklı kauçuk tipi (ACM/HNBR/FKM/NBR) ve 5 farklı kauçuk grubu oluşturularak çalışma yapılmıştır. Burada çeşitlilik ACM-1 ve ACM-2 kauçuk grubu ile oluşturulmuştur. Detaylı tensometre sonuçları EK 2., EK 3., EK 5., EK 6., EK8., EK 9., EK 11., EK 12., EK 14. ve EK 15.'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Grup 2 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları

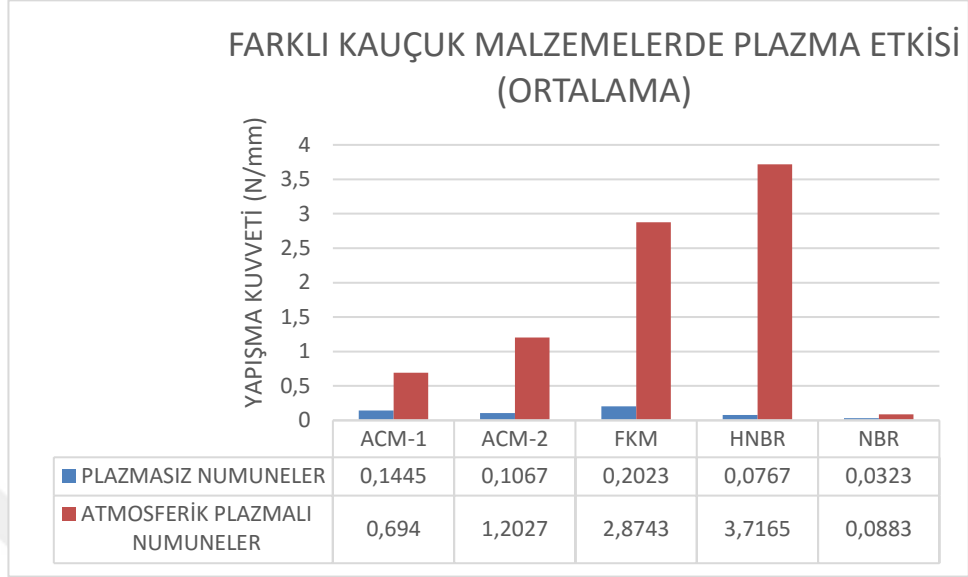
NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)
ACM 1 PLAZMASIZ/NUMUNE 1	0,1359	0,1445	HNBR PLAZMASIZ/NUMUNE 1	0,0471	0,0767
ACM 1 PLAZMASIZ/NUMUNE 2	0,1418		HNBR PLAZMASIZ/NUMUNE 2	0,0627	
ACM 1 PLAZMASIZ/NUMUNE 3	0,1558		HNBR PLAZMASIZ/NUMUNE 3	0,1202	
ACM 1 PLAZMALI/NUMUNE 4	0,4804	0,694	HNBR PLAZMALI/NUMUNE 4	4,2751	3,7165
ACM 1 PLAZMALI/NUMUNE 5	0,8806		HNBR PLAZMALI/NUMUNE 5	4,4985	
ACM 1 PLAZMALI/NUMUNE 6	0,7211		HNBR PLAZMALI/NUMUNE 6	2,3759	
ACM 2 PLAZMASIZ/NUMUNE 1	0,1222	0,1067	NBR PLAZMASIZ/NUMUNE 1	0,0359	0,0323
ACM 2 PLAZMASIZ/NUMUNE 2	0,0972		NBR PLAZMASIZ/NUMUNE 2	0,0292	
ACM 2 PLAZMASIZ/NUMUNE 3	0,1008		NBR PLAZMASIZ/NUMUNE 3	0,0316	
ACM 2 PLAZMALI/NUMUNE 4	1,1891	1,2028	NBR PLAZMALI/NUMUNE 4	0,1272	0,0885
ACM 2 PLAZMALI/NUMUNE 5	1,0800		NBR PLAZMALI/NUMUNE 5	0,0685	
ACM 2 PLAZMALI/NUMUNE 6	1,3392		NBR PLAZMALI/NUMUNE 6	0,0693	
FKM PLAZMASIZ/NUMUNE 1	0,1619	0,2023			
FKM PLAZMASIZ/NUMUNE 2	0,2016				
FKM PLAZMASIZ/NUMUNE 3	0,2435				
FKM PLAZMALI/NUMUNE 4	3,2740	2,8743			
FKM PLAZMALI/NUMUNE 5	2,4801				
FKM PLAZMALI/NUMUNE 6	2,8688				

Atmosferik plazma yüzey işleme farklı kauçuklara etkisini gösteren test sonuçlarına ait grafik sonuçları da aşağıdaki Şekil 4.2. 'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Grup 2 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-1

Yukarıda ki şekilde ki değerleri özetlemek amacı ile Grup 2 numuneleri için ortalama değerleri içeren grafik de aşağıdaki Şekil 4.3.'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Grup 2 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-2

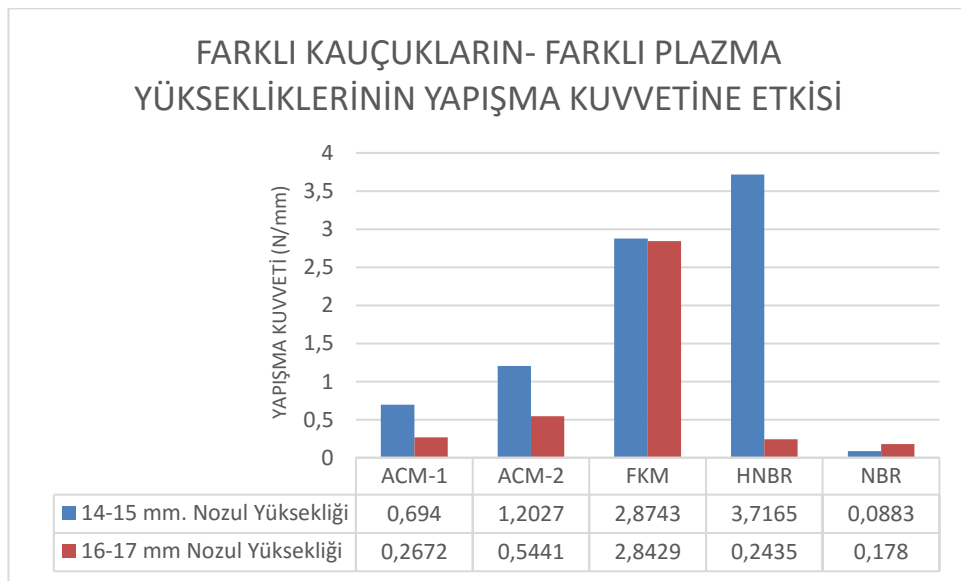
4.3. Grup 3: Farklı Plazma Yüksekliğinde Numunelere Atmosferik Plazma Uygulanması Sonucu Yapışma Kuvvetlerinin İncelenmesi

Numuneler üzerine uygulanan atmosferik plazma yüzey işleminin farklı yüksekliklerde yapılmasının amacı döner mil keçelerinin farklı yükseklikler de kullanılmasındandır. Bu durumları görebilmek adına aşağıdaki Çizelge 4.3.'te verilen iki farklı plazma uygulama yüksekliği ile yapışma kuvvetine etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada bir önceki çalışmada kullanılan 4 farklı kauçuk tipi (ACM/HNBR/FKM/NBR) ve 5 farklı kauçuk grubu oluşturularak çalışma yapılmıştır. Burada çeşitlilik bir önceki çalışmada olduğu gibi ACM-1 ve ACM-2 kauçuk grubu ile oluşturulmuştur. Detaylı tensometre sonuçları EK 1., EK 4., EK 4., EK 5., EK 7., EK 8., EK 10., EK 11., EK 13. ve EK 14.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Grup 3 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları

NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)
ACM - 1 PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 1	0,1641	0,2672	HNBR PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 1	0,2350	0,2435
ACM - 1 PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 2	0,2707		HNBR PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 2	0,2824	
ACM - 1 PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 3	0,3667		HNBR PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 3	0,2130	
ACM - 1 PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 4	0,4804	0,6940	HNBR PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 4	4,2751	3,7165
ACM - 1 PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 5	0,8806		HNBR PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 5	4,4985	
ACM - 1 PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 6	0,7211		HNBR PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 6	2,3759	
ACM - 2 PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 1	0,3890	0,5441	NBR PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 1	0,1810	0,1780
ACM - 2 PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 2	0,4263		NBR PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 2	0,1750	
ACM - 2 PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 3	0,8161		NBR PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 3	0,1790	
ACM - 2 PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 4	1,1891	1,2028	NBR PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 4	0,1272	0,0885
ACM - 2 PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 5	1,0800		NBR PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 5	0,0685	
ACM - 2 PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 6	1,3392		NBR PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 6	0,0693	
FKM PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 1	3,3747	2,8429			
FKM PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 2	2,6938				
FKM PLAZMALI 16-17 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 3	2,4601				
FKM PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 4	3,2740	2,8743			
FKM PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 5	2,4801				
FKM PLAZMALI 14-15 mm PLAZMA YÜKSEKLİĞİ / NUMUNE 6	2,8688				

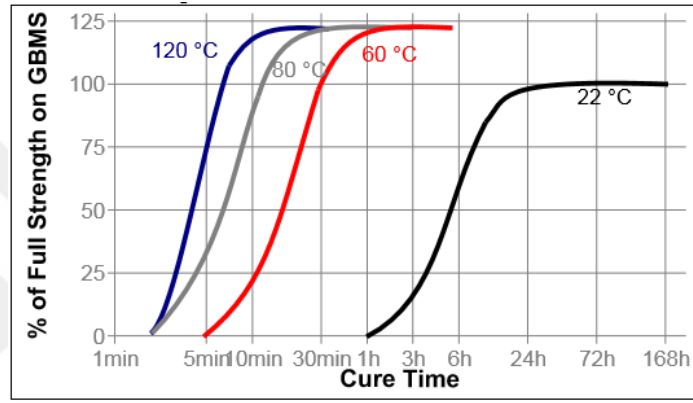
Farklı yükseklik ile uygulanan atmosferik plazma yüzey işleminin yapışma kuvvetine etkisini gösteren test sonuçlarına ait grafik sonuçları da aşağıdaki Şekil 4.4.'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Grup 3 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları

4.4. Grup 4: Atmosferik Plazma Uygulanmış Numunelerin Farklı Sıcak Ortam Parametrelerinde ve Farklı Sürelerde Bekletilmesi İle Yapışma Davranışının İncelenmesi

Yapıştırma prosesimizde kullanılan çift komponentli epoksi bazlı yapıştırıcımızın TDS'ini incelendiğinde yapıştırıcının kurlenmesi için belirli bir zaman ve sıcaklığa ihtiyaç duyulması gerekmektedir. Yapıştırıcımıza ait kurlenmeler ile ilgili sıcaklık-zaman ilişkisi aşağıdaki Şekil 4.5.'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Kullanılan yapıştırıcıya ait kurlenme süre-sıcaklık etkisi (Anonim 2014)

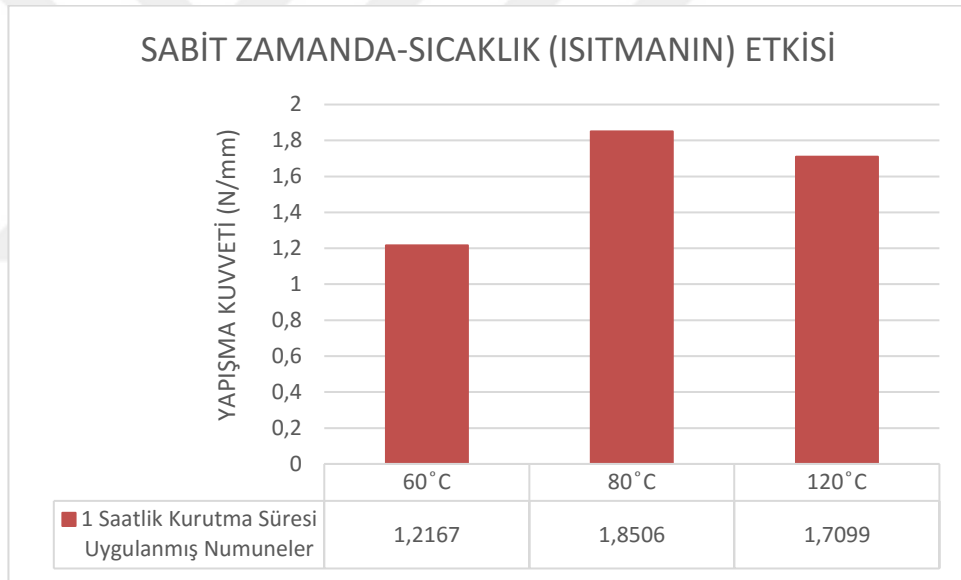
Yukarıdaki şekilde bilgiler dikkat alındığında ve seri üretim şartlarında zamanın ve sıcaklığın çok önemli bir etki olduğu düşünüldüğü zaman Grup 4'e ait çalışmanın yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. İlk olarak bu çalışmada 60°C, 80°C ve 120°C'lik ortamlarda 1 saatlik bekletilmesi ile çalışmalar yapılmıştır. Detaylı tensometre sonuçları EK 20., EK 21., ve EK 26.'da verilmiştir.

Grup 4'e ait yapılan çalışmalarda ortaya çıkan ilk çalışmanın sonuçları Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Grup 4 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-1

NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)
60 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 31	1,3501	1,2167	120 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 16	2,0785	1,7099
60 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 32	1,4687		120 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 17	1,2367	
60 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 33	0,8312		120 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 18	1,8146	
80 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 13	1,9642	1,8506			
80 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 14	1,5585				
80 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 15	2,0293				

İlk olarak sabit zaman içerisinde farklı sıcaklık etkisini gösteren test sonuçlarına ait grafik sonuçları da aşağıdaki Şekil 4.6.'da verilmiştir.



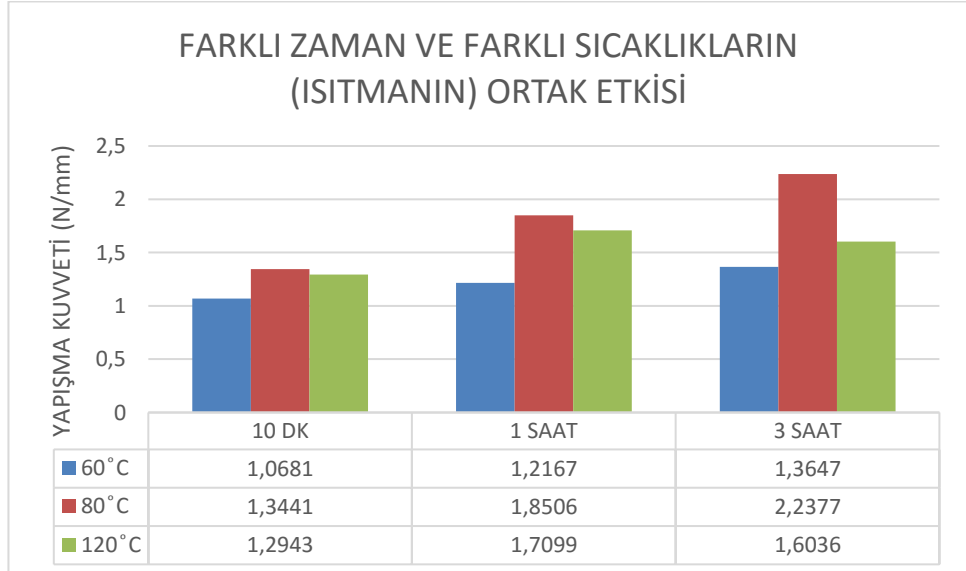
Şekil 4.6. Grup 4 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-1

Bu grup çalışmaları kapsamında yapılan diğer bir çalışmada sıcaklıkla beraber farklı sürenin de etkisinin incelenmesi üzerine olmuştur. Bu çalışma kapsamında bir önceki koşullarda olduğu gibi 60°C, 80°C ve 120°C'lik derecelerde 10 dakika, 1 saat ve 3 saatlik çalışmalar yapılmıştır. Aşağıdaki Çizelge 4.5.'te Grup 4'e ait yapıştırma kuvvetine ait test sonuçları oluşturulmuştur. Detaylı tensometre sonuçları EK 16., EK 17., EK 18., EK 20., EK 21., EK 22., EK 23., EK 24., ve EK 26.'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Grup 4 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-2

NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)
60 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 31	1,3501	1,2167	120 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 16	2,0785	1,7099
60 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 32	1,4687		120 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 17	1,2367	
60 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 33	0,8312		120 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 18	1,8146	
80 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 13	1,9642	1,8506	60 C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 19	1,1708	1,0681
80 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 14	1,5585		60 C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 20	0,9826	
80 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 15	2,0293		60 C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 21	1,0508	
80 C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 22	1,4395	1,3441	120 C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 25	1,6595	1,2943
80 C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 23	1,3828		120 C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 26	0,9652	
80 C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 24	1,2102		120 C / 10 DK. KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 27	1,2581	
60 C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 1	1,206	1,3647	80 C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 4	2,1024	2,2377
60 C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 2	1,1397		80 C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 5	2,6702	
60 C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 3	1,7483		80 C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 6	1,9404	
120 C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 7	1,4759	1,6036			
120 C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 8	2,152				
120 C / 3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 9	1,1831				

Farklı sıcaklık ve farklı zamanın etkisini gösteren test sonuçlarına ait grafik sonuçları da aşağıdaki Şekil 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Grup 4 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-2

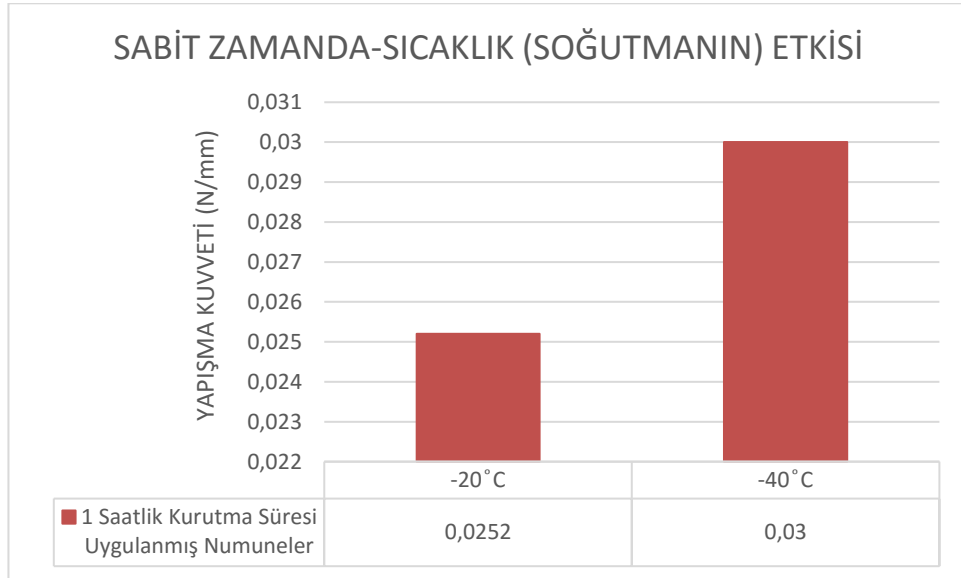
4.5. Grup 5: Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneleri Farklı Soğuk Ortam Sıcaklıklarında Bekletilerek Yapışma Davranışının İncelenmesi

Atmosferik plazma yüzey işlemi esnasında kullanılan epoksi bazlı yapıştırıcının kürlenme süresi esnasında soğuk ortamda bekletilmesi sonucunda ki etkilerinin ortaya çıkarılması için bu gruba ait çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar esnasında -20°C ve -40°C 'lik ortamda 1 saatlik bekletilmesi üzerine çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaya ait elde edilen sonuçlar aşağıdaki Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Detaylı tensometre sonuçları EK 25. ve EK 29.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Grup 5 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları

NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)
-20 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 40	0,0324	0,0252	-40 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 28	0,0283	0,0300
-20 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 41	0,0241		-40 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 29	0,0395	
-20 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 42	0,0191		-40 C / 1 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 30	0,0223	

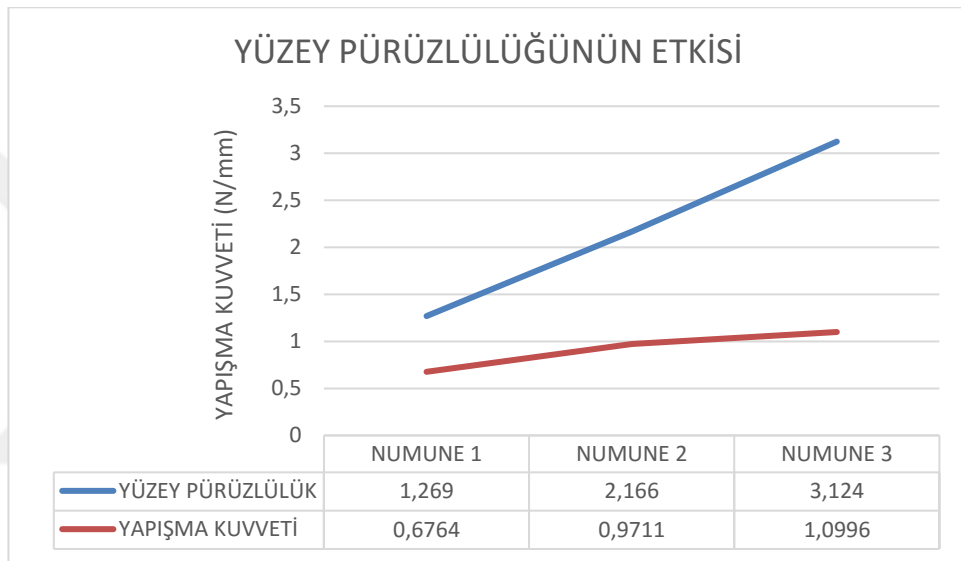
-20°C ve -40°C 'lik ortamda 1 saat bekletilmesine ait grafik sonuçları da aşağıdaki Şekil 4.8.'de verilmiştir.



Şekil 4.8. Grup 5 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları

4.6. Grup 6: Atmosferik Plazma İle Mekanik Aşındırma Yüzey İşlemin Yapışma Kuvvetlerine Etkilerinin İncelenmesi

Yapıştırma prosesini etkileyen en önemli yüzey işlemlerinden biriside mekanik aşındırma yüzey işlemidir. Mekanik aşındırma yüzey işlemi sayesinde numuneler üzerinde yüzey pürüzlülük değerlerinde artış meydana gelmektedir. Yüzey pürüzlülüğünde oluşan artış ile yapıştırma kuvvetinde de artış meydana gelmektedir. Bununla ilgili yapılan çalışmaya ait test sonuçları Şekil 4.9.'da aşağıda gösterilmiştir.



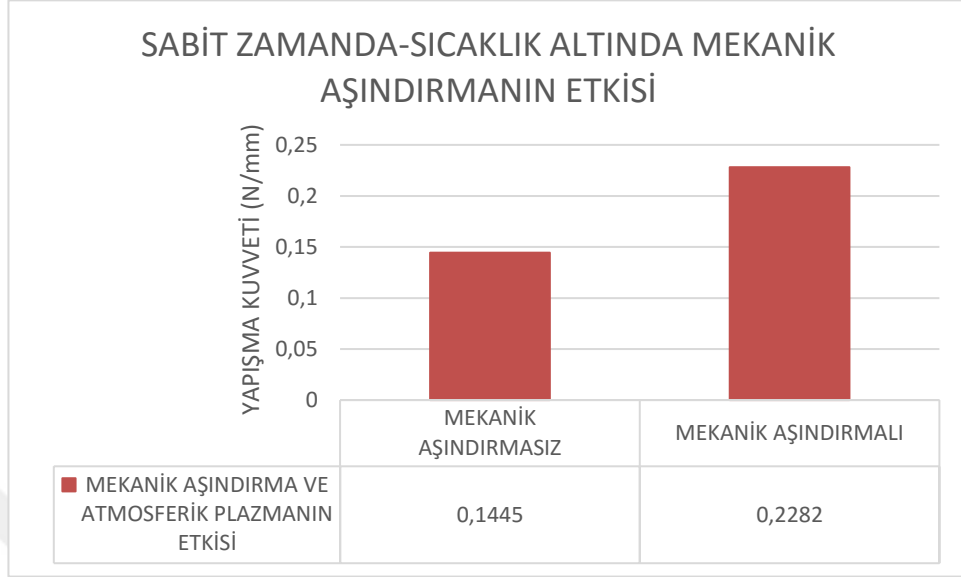
Şekil 4.9. Yüzey pürüzlülük değerinin yapışma kuvvetine etkisi-mekanik aşındırma

Bu çalışma kapsamında yukarıda görüldüğü gibi yüzey pürüzlülük değerinde ki artış ile yapışma kuvvetinde bir artış meydana geldiği görülmektedir. Bunun yanında atmosferik plazma uygulanmamış mekanik aşındırma ve mekanik aşındırma uygulanmamış numunelere ait test sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.7.'de verilmiştir. Detaylı tensometre sonuçları EK 3. ve EK 27.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Grup 6 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-1

NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)
ACM 1 PLAZMASIZ/NUMUNE 1	0,1359	0,1445	PLAZMA UYGULANMAMIŞ_ ZIMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_NUMUNE 34	0,2737	0,2282
ACM 1 PLAZMASIZ/NUMUNE 2	0,1418		PLAZMA UYGULANMAMIŞ_ ZIMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_NUMUNE 35	0,2065	
ACM 1 PLAZMASIZ/NUMUNE 3	0,1558		PLAZMA UYGULANMAMIŞ_ ZIMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_NUMUNE 36	0,2046	

Mekanik aşındırma uygulanmış ve uygulanmamış numunelerin yapışma kuvvetlerine ait grafik sonuçları da aşağıdaki Şekil 4.10.'da verilmiştir.



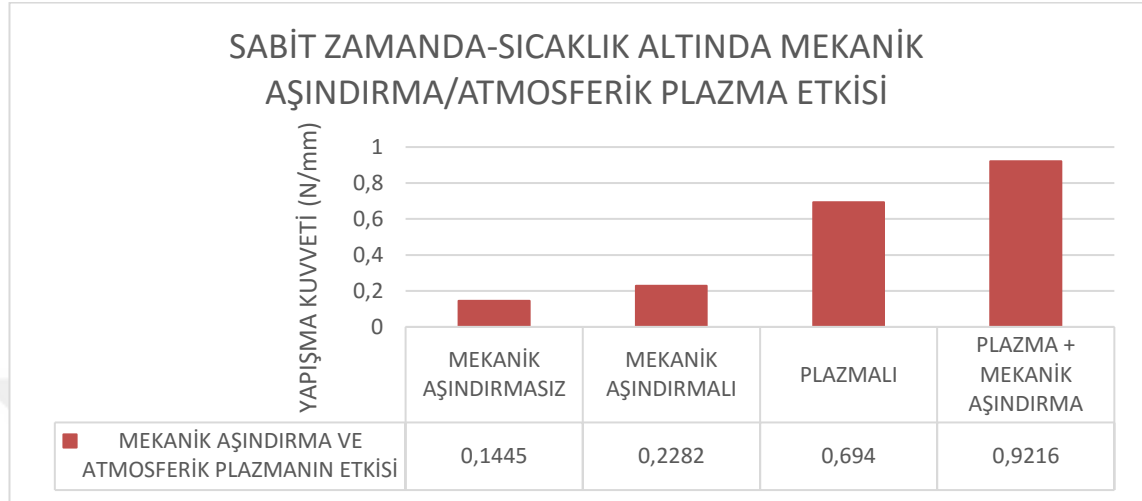
Şekil 4.10. Grup 6 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-1

Numunelere yapılan mekanik aşındırma yüzey işlem ile beraber atmosferik plazma yüzey işleminin bir arada uygulandığı numunelerin yapışma kuvvetine ait etkileri üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalara ait ölçüm sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Detaylı tensometre sonuçları EK 2., EK 3., EK 27. ve EK 28.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Grup 6 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-2

NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)
ACM 1 PLAZMASIZ//NUMUNE 1	0,1359	0,1445	PLAZMA UYGULANMAMIŞ_ZİMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_NUMUNE 34	0,2737	0,2282
ACM 1 PLAZMASIZ//NUMUNE 2	0,1418		PLAZMA UYGULANMAMIŞ_ZİMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_NUMUNE 35	0,2065	
ACM 1 PLAZMASIZ//NUMUNE 3	0,1558		PLAZMA UYGULANMAMIŞ_ZİMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_NUMUNE 36	0,2046	
ACM 1 PLAZMALI//NUMUNE 4	0,4804	0,6940	PLAZMA ve ZİMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_NUMUNE 37	0,9711	0,9216
ACM 1 PLAZMALI//NUMUNE 5	0,8806		PLAZMA ve ZİMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_NUMUNE 38	1,1172	
ACM 1 PLAZMALI//NUMUNE 6	0,7211		PLAZMA ve ZİMPARA UYGULANMIŞ NUMUNELER_NUMUNE 39	0,6764	

Mekanik aşındırmanın yanında atmosferik plazma uygulanmış numunelerin yapışma kuvvetlerine etkisinin incelenmesine ait grafik sonuçları da aşağıdaki Şekil 4.11.'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Grup 6 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları-2

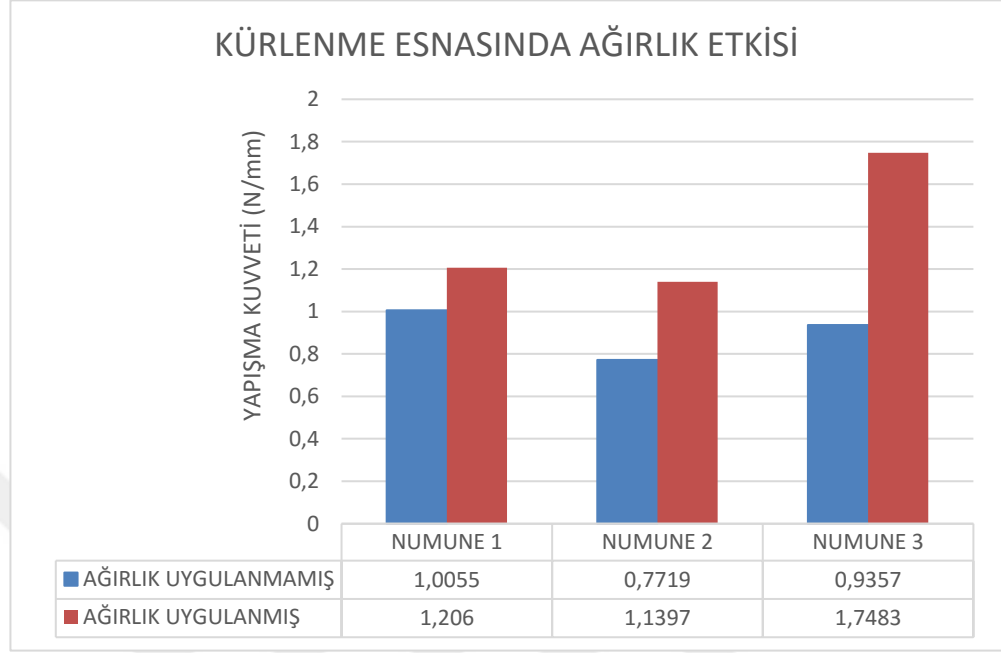
4.7. Grup 7: Atmosferik Plazma Uygulanmış Numunelerin Yapıştırıcı Uygulandıktan Sonra Bekleme Esnasında Yapıştırma Alanına Uygulanan Kuvvetin Etkisinin İncelenmesi

Epoksi yapıştırıcılarının uygulama yöntemi olarak ağırlık altında bekletilmesi gerekliliği bulunmaktadır. Bu ağırlık etkisini incelemek adına yapılan çalışmada numuneler 60°C’de 3 saat bekletilerek değerlendirmeye alınmıştır. Bu çalışma yapılırken sıcak ortamda bekletilmesinin amacı ağırlık uygulanmayan numunelerin yapışma etkisini görebilmek amacı ile yapılmıştır. Bu çalışmaya ait test sonuçları aşağıdaki Çizelge 4.9.’da verilmiştir. Detaylı tensometre sonuçları EK 16. ve EK 19.’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Grup 7 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları

NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	NUMUNE TANIMI	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)	YAPIŞMA KUVVETİ (N/mm)
60 C /3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 1	1,2060	1,3647	60 C /3 SAAT KUVVET UYGULANMADAN BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 10	1,0055	0,9043
60 C /3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 2	1,1397		60 C /3 SAAT KUVVET UYGULANMADAN BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 11	0,7719	
60 C /3 SAAT KUVVET ALTINDA BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 3	1,7483		60 C /3 SAAT KUVVET UYGULANMADAN BEKLETİLMİŞ NUMUNELER_NUMUNE 12	0,9357	

Numuneler üzerine ağırlık uygulanmış ve uygulanmamış numunelerin yapışma kuvvetlerine ait grafik sonuçları da aşağıdaki Şekil 4.12.'de verilmiştir.



Şekil 4.12. Grup 7 numunelerine ait yapışma kuvvetleri test sonuçları

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

İki farklı malzemenin yapıştırılması sonucunda yapılan çalışmalarda aşağıdaki sonuçlar ortaya konulmuştur.

- Atmosferik plazma yüzey işlemi uygulanmış numunelerinin yapışma kuvvetlerinin yüzey işlem uygulanmamış numunelere göre daha yüksek değerlere sahip olduğu ortaya konulmuştur (bkz. Şekil 4.1.)
- Aynı şartlar altında uygulanan atmosferik plazma yüzey işlemi sonucunda farklı kauçuk malzeme numunelerine ait ortalama değerler incelendiğinde Şekil 4.3.'de de görüldüğü gibi her kauçukta farklı yapışma kuvveti sonuçları ortaya çıkmıştır.
- Farklı kauçuk malzemeleri üzerinde yapılan çalışmada Atmosferik plazma uygulanmış numuneler içerisinde en yüksek etki HNBR kauçukta görülmüştür (bkz. Şekil 4.3.)
- Şekil 4.3.'de açıklanan test sonuçlarında da görüldüğü gibi farklı kauçuk malzemeler üzerinde atmosferik plazma yüzey işleminin en az yapışma kuvvetine etkisi olan kauçuk NBR kauçuk olarak görülmüştür.
- Grup 3 çalışmalarında plazma yüksekliğinin değişmesi yapışma kuvvetlerinde de değişikliğe sebep olmaktadır. Bunun yanında da farklı kauçuk malzemelerinin farklı yükseklik uygulamalarında etkilerinin değişiklik gösterdiği ortaya konulmuştur. 16-17mm'den 14-15mm yüksekliğe geçiş aşamasında en fazla yapışma kuvvetindeki değişim HNBR kauçukta meydana gelmektedir. NBR kauçuk grubu hariç diğer kauçuk gruplarında 14-15mm'den 16-17mm'ye geçiş aşamasında yapışma kuvvetinde azalma görülürken, NBR kauçuk malzemesinde yapışma kuvvetinde artış olduğu görülmüştür.
- 1 saat ağırlık altında bekletilmiş farklı sıcaklık numunelerinde sıcaklığı 60°C'den 80°C'e geçiş aşamasında yapışma kuvvetinde artış olduğu görülürken 80°C'den 120°C'e geçiş sırasında yapışma kuvvetinde az da olsa düşüş olduğu Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.

- Farklı sıcaklık ve farklı süreler üzerinde yapılan çalışmalarda; 10 dakika, 1 saat ve 3 saat bekleme sürelerinde 60°C ve 80°C'de yapışma kuvvetinde yükselme görülürken, 120°C'de ki kürlenme sürelerinde 10 dakikadan 1 saate geçişte yapışma kuvvetinde artış olmasına rağmen 3 saatlik kürlenme süresinde yapışma kuvvetinde azalma meydana gelmiştir. İlgili sonuçlar Şekil 4.7.'de görülmektedir.
- Atmosferik plazma uygulanıp, kürlenme ortamının -20°C ve -40°C 'de 1 saat soğuk ortamda bekletilmesi sonucunda epoksi bazlı yapıştırıcının kurumadığı gözlemlenmiştir. Bundan dolayı yapışma kuvveti değerleri normal değerlerin çok altında kalmıştır. Grup 5'de çizelge ve şekillerdeki değerler bu sonuçları göstermektedir.
- Mekanik aşındırma sonucunda yüzey pürüzlülük değerlerinde artışlar görülmüştür. Yüzey pürüzlülüğünde ki bu artışın yapışma kuvvetine olumlu etkisi Şekil 4.9.'da görülmektedir. Ancak mekanik aşındırma yapılmış numunelerin atmosferik plazma uygulanmış numunelere göre daha düşük yapışma kuvveti olduğu görülmüştür. Mekanik aşındırma ile atmosferik plazma yüzey işleminin beraber uygulandığı numunelerin yapışma kuvvetinin de aynı şartlar altında en yüksek değerlere sahip olduğu ilgili çalışmalarda gösterilmiştir.
- İki farklı malzemenin yapıştırılması esnasında kullanmakta olduğumuz epoksi yapıştırıcının kürlenmesi esnasında ihtiyaç duyulan kuvvet üzerine yapılan çalışmaların etkisi Şekil 4.12.'de gösterilmiştir. 60°C'de 3 saat kürlenmeye bırakılmış numunelerden kuvvet uygulanmış numunelerin kuvvet uygulanmamış numunelerden daha yüksek yapışma kuvvetinin oluştuğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- Al-Maliki, H., Kalacska, G. 2017.** The Effect of Atmospheric DBD Plasma on Surface Energy and Shear Strength of Adhesively Bonded Polymer. *Hungarian Agricultural Engineering*, 31:52-58.
- Anagreh, N., Dorn, L. 2005.** Influence of low-pressure plasma treatment on adhesive bonding between polybutylene terephthalat (PBT) and aluminum. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 25(2):165-172.
- Anagreh, N., Dorn, L., Bilke-Krause C. 2007.** Low-pressure plasma pretreatment of polyphenylene sulfide (PPS) surfaces for adhesive bonding. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 28(1):16-22.
- Anonim, 1983.** DIN 3761 Teil 2, Radial-Wellendichtringe für Kraftfahrzeuge Anwendungshinweise. Deutsche Norm. DK 62-762.444.004 : 621.824 : 629.113/.118, Aileinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, Berlin 30 11.83
- Anonim, 2014.** Loctite® EA 9492 Technical Data Sheet . https://static.rapidonline.com/pdf/87-7267_v1.pdf-(Erişim tarihi:05.06.2019).
- Anonim, 2016a.** Hidrojen Nitril Kauçuk. <http://www.paromak.com/hidrojen-nitril-kaucuk.html>-(Erişim tarihi:02.03.2019).
- Anonim, 2016b.** HNBR–Characteristics and General Compounding – An Overview. *Ram Charan*, 4(3):1-5.
- Anonim, 2018.** Sızdırmazlık Mekanizması ve Keçe Ömrü. <http://www.skt.com.tr/kece-omru>-(Erişim tarihi:03.05.2019).
- Anonim, 2019a.** What Are Nonwovens. <https://tekstilsayfasi.blogspot.com/2013/12/nonwoven-nedir.html>-(Erişim tarihi:01.07.2019).
- Anonim, 2019b.** Nonwoven Nedir. <https://www.edana.org/discover-nonwovens/what-are-nonwovens->-(Erişim tarihi:04.05.2019).
- Anonim, 2019c.** Epoksi Yapıştırıcılar ve Kullanım Alanları. <http://artiendustri.com.tr/yazi/epoksi-yapistiricilar-ve-kullanim-alanlari->-(Erişim tarihi:01.06.2019).
- Anonim, 2019d.** Openair® plazma tekniği. <https://www.plasmatreteat.com.tr/plazma-teknolojisi/acik-hava-plazma-teknigi.html>-(Erişim tarihi:03.06.2019).
- Deynse, A.V., Cools, P., Leys, C., Morent, R., Geyter, N.D. 2015.** Surface modification of polyethylene in an argon atmospheric pressure plasma jet. *Surface and Coatings Technology*, 276:384-390.
- Dowling, D.P., Tynan, J., Ward, P., Hynes, A.M., Cullen, J., Byrne, G. 2012.** Atmospheric pressure plasma treatment of amorphous polyethylene terephthalate for enhanced heatsealing properties. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 35:1-8.
- Durmuş, A., Ülkü, S., Güden, M., Otnar, Ö.F. 2005.** Kauçuk/Metal Yapışma Mukavemetinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 10(1):33-49.
- Encinas, N., Abenojar, J., Martinez, M.A. 2012.** Development of improved polypropylene adhesive bonding by abrasion and atmospheric plasma surface modifications. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 33:1-6.
- Erbil, A.E. 2008.** Statik Sızdırmazlık Elemanlarının Performans Karakteristiklerinin Deneysel Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Esen, S.G., Altuncu, E., Üstel, F., Akpınar, S. 2016.** Atmosferik plazma yüzey aktivasyon işlemi ile farklı yüzey tarama hızlarının polipropilen yüzey ıslatma özelliklerine etkisi. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 20(2):307-315.

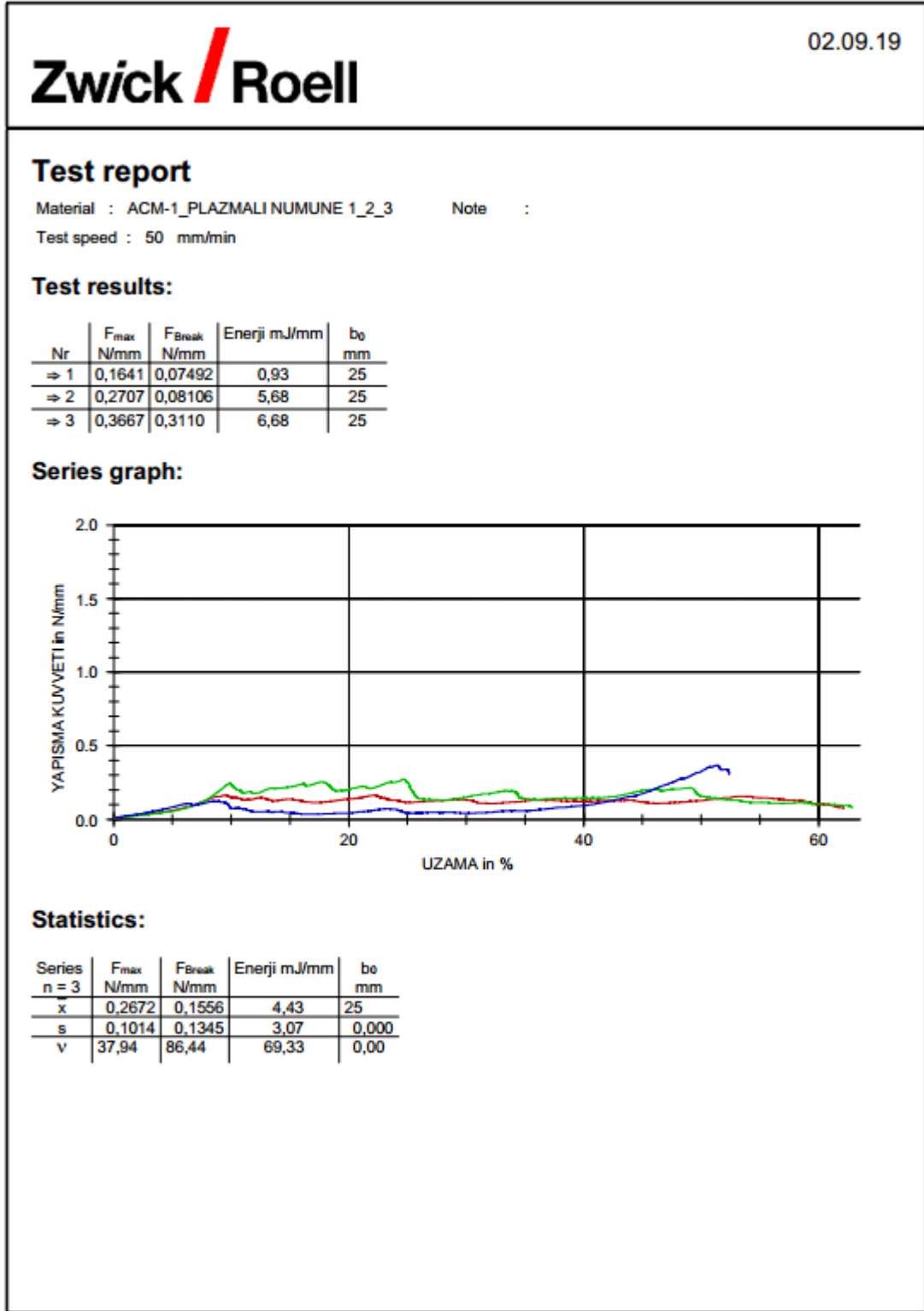
- Iqbal, H.M.S., Bhowmik, S., Benedictus R. 2010.** Surface modification of high performance polymers by atmospheric pressure plasma and failure mechanism of adhesive bonded joints. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 30(6):418-424.
- Kalebek, N.A, Babaarslan, O. 2016.** Fiber Selection for the Production of Nonwovens. [https://www.intechopen.com/books/non-woven-fabrics/fiber-selection-for-the-production-of-nonwovens-](https://www.intechopen.com/books/non-woven-fabrics/fiber-selection-for-the-production-of-nonwovens)(Erişim tarihi:04.05.2019).
- Kerküklü, Y. 2008.** Dönel Sızdırmazlık Elemanlarının Performansına Yüzey Pürüzlülüğünün Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ku, J.H, Jung, I.H., Rhee, K.Y., Park, S.J. 2013.** Atmospheric pressure plasma treatment of polypropylene to improve the bonding strength of polypropylene/aluminum composites. *Composites: Part B Engineering*, 45(1):1282-1287.
- Mandolino, C., Lertora, E., Genna, S., Leone, C., Gambaro, C. 2015.** Effect of laser and plasma surface cleaning on mechanical properties of adhesive bonded joints. 9th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering - CIRP ICME '14, 33:458-463.
- Mandolino, C., Lertora, E., Gambaro, C., Pizzorni, M. 2019.** Functionalization of Neutral Polypropylene by Using Low Pressure Plasma Treatment: Effects on Surface Characteristics and Adhesion Properties. *Polymers*, 11(2):202-214.
- Martinez, L., Alvarez, L., Huttel, Y., Mendez, J., Roman, E., Vanhulsel, A., Verheyde, B., Jacobs, R. 2007.** Surface analysis of NBR and HNBR elastomers modified with different plasma treatments. *Vacuum*, 81(11):1489-1492.
- Özdoğan, E. 2006.** Plazma İşleminin Poliamid 6 Kumaşlarda Adezyon Özelliğine Etkisi. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2:128-133
- Rezaeian, I., Zahedi, P., Rezaeian, A. 2012.** Rubber Adhesion to Different Substrates and Its Importance in Industrial Applications: A Review. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 26(6):721-744.
- Simpson, R.B. 2002.** Rubber: Rubber Basics, Ed: Simpson,R.B., Rapra Technology Limited, Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, SY4 4NR, UK., pp:75-114.
- Sun, C., Min, J., Lin, J., Wan, H. 2019.** Effect of Atmospheric Pressure Plasma Treatment on Adhesive Bonding of Carbon Fiber Reinforced Polymer. *Polymers*, 11(1):139-157.
- Şekercioğlu, T., Kaner, S. 2014.** Plastiklerin Yapıştırılmasında Yüzey Hazırlama Yöntemlerinin İncelenmesi. *Mühendislik ve Makine*, 55(648):37-43.
- Vahapoğlu, V. 2013a.** Kauçuk Mekaniğinde Yapılan Deneyler. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(1):33-60
- Vahapoğlu, V. 2013b.** Kauçuk Türü Malzemeler: Sınıflandırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(1):25-34

EKLER

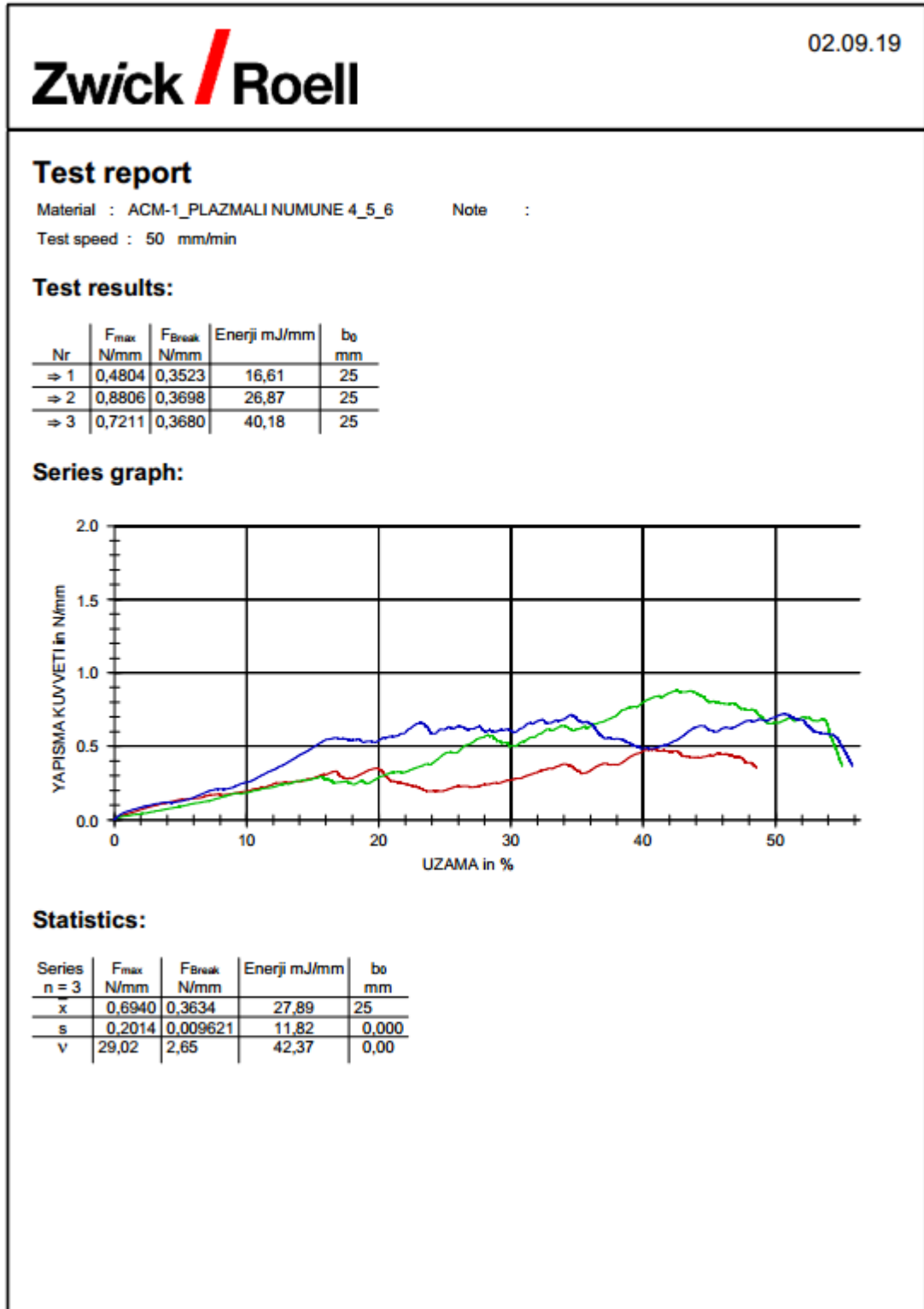
- EK 1.** ACM 1 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları
- EK 2.** ACM 1 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları
- EK 3.** ACM 1 Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları
- EK 4.** ACM 2 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları
- EK 5.** ACM 2 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları
- EK 6.** ACM 2 Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları
- EK 7.** FKM Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları
- EK 8.** FKM Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları
- EK 9.** FKM Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları
- EK 10.** HNBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları
- EK 11.** HNBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları
- EK 12.** HNBR Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları
- EK 13.** NBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları
- EK 14.** NBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları
- EK 15.** NBR Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları
- EK 16.** Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları 60°C/ 3 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler
- EK 17.** Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları 80°C/ 3 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler
- EK 18.** Numuneler_7-8-9 Tensometre Sonuçları 120°C/ 3 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler
- EK 19.** Numuneler_10-11-12 Tensometre Sonuçları 60°C/ 3 Saat Kuvvet Uygulamadan Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler
- EK 20.** Numuneler_13-14-15 Tensometre Sonuçları 80°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler

- EK 21.** Numuneler_16-17-18 Tensometre Sonuçları 120°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler
- EK 22.** Numuneler_19-20-21 Tensometre Sonuçları 60°C/ 10 Dakika Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler
- EK 23.** Numuneler_22-23-24 Tensometre Sonuçları 80°C/ 10 Dakika Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler
- EK 24.** Numuneler_25-26-27 Tensometre Sonuçları 120°C/ 10 Dakika Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler
- EK 25.** Numuneler_28-29-30 Tensometre Sonuçları -40°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler
- EK 26.** Numuneler_31-32-33 Tensometre Sonuçları Oda Koşulları Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler
- EK 27.** Numuneler_34-35-36 Tensometre Sonuçları Atmosferik Plazma Uygulanmamış, Zımpara Uygulanmış Numuneler
- EK 28.** Numuneler_37-38-39 Tensometre Sonuçları Atmosferik Plazma ve Zımpara Uygulanmış Numuneler
- Ek 29.** Numuneler_40-41-42 Tensometre Sonuçları -20°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler

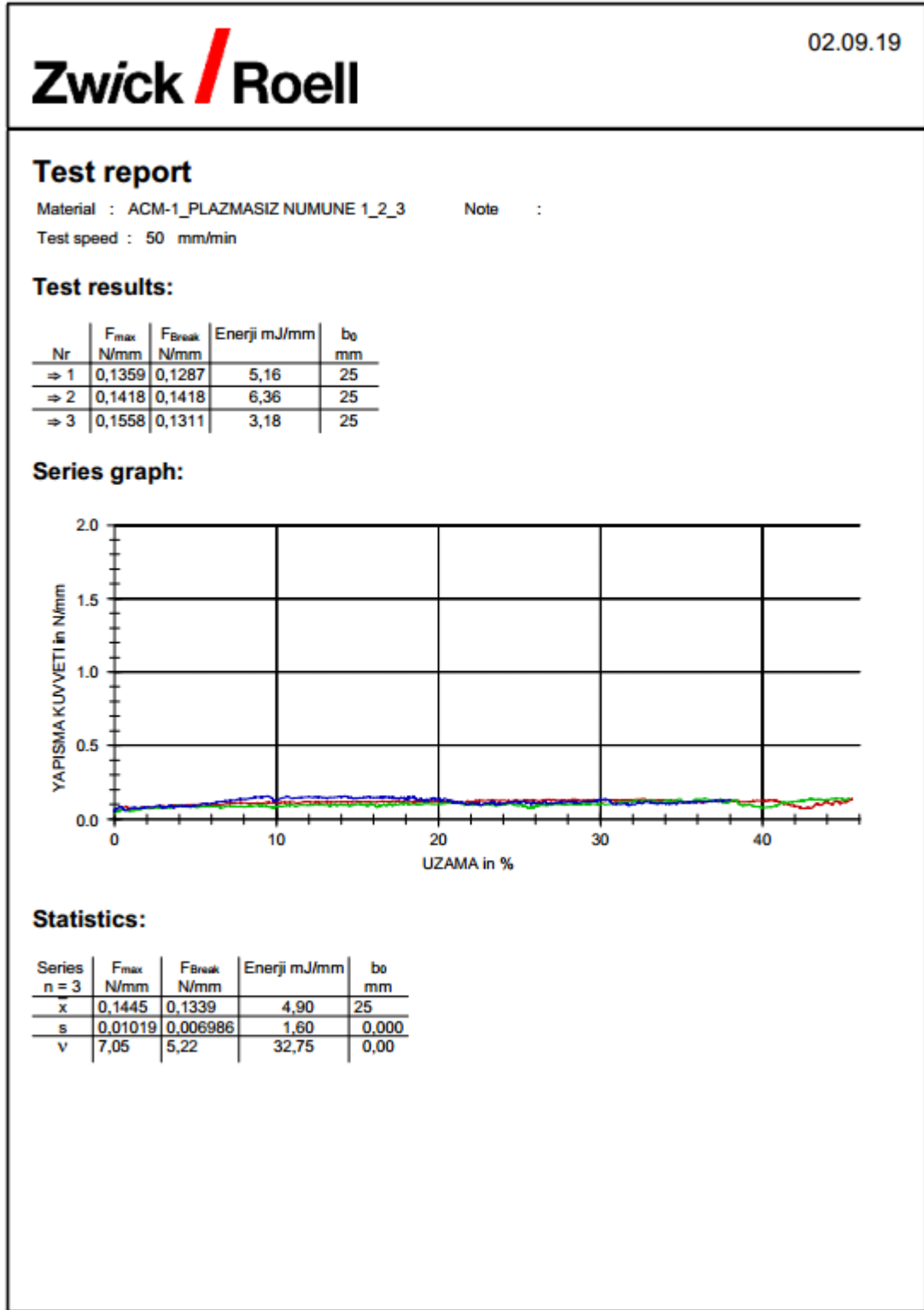
EK 1. ACM 1 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları



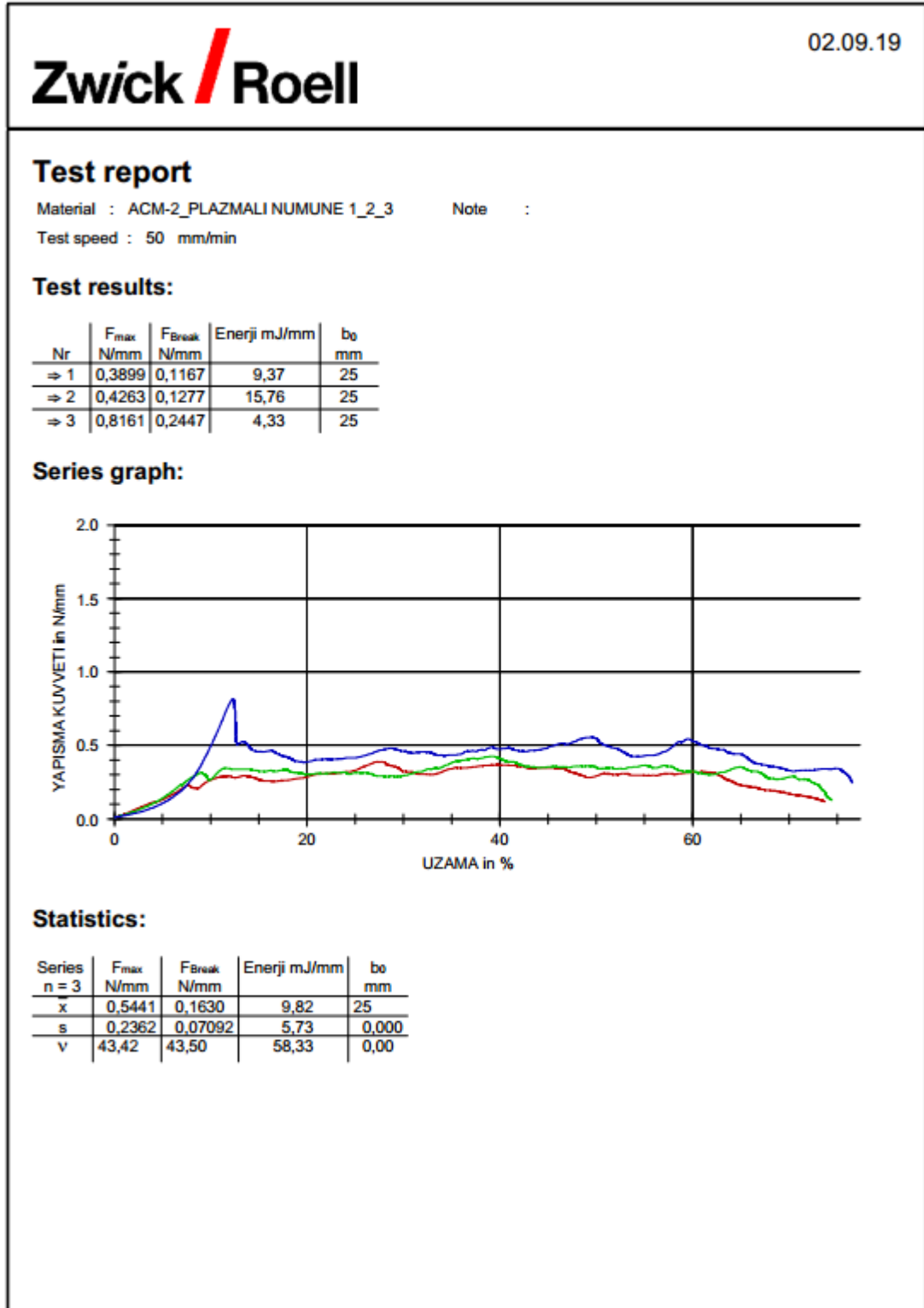
EK 2. ACM 1 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları



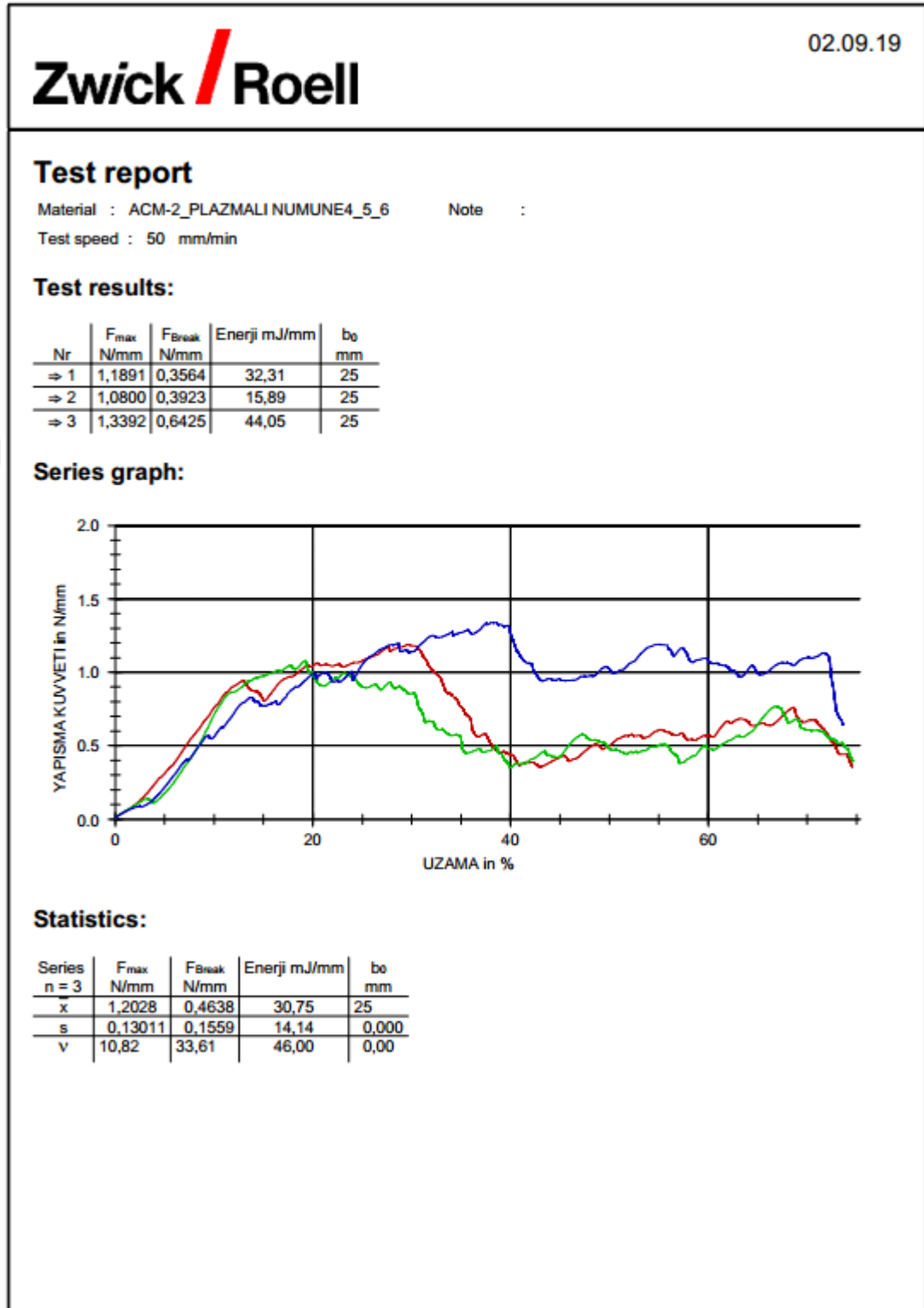
EK 3. ACM 1 Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları



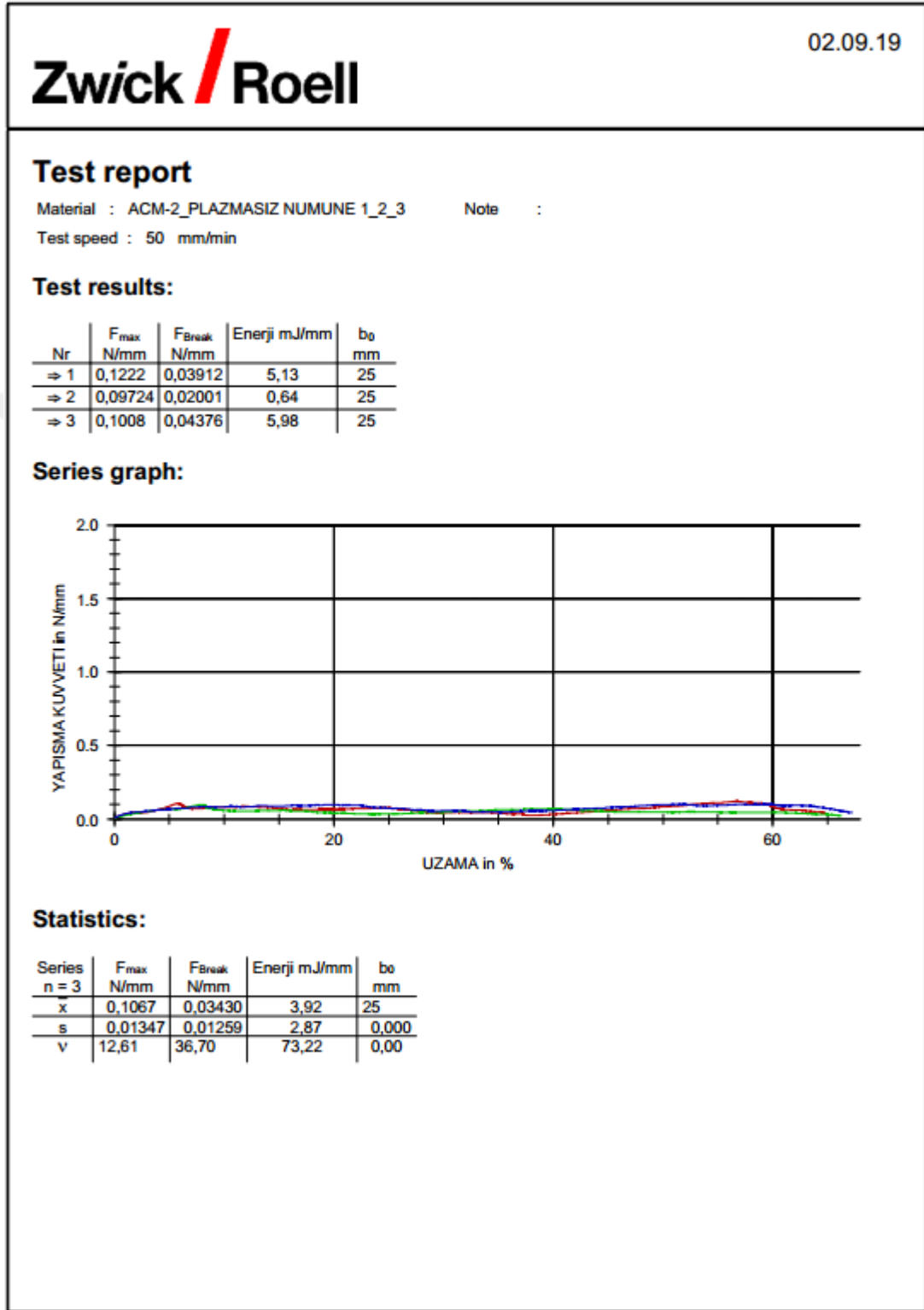
EK 4. ACM 2 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları



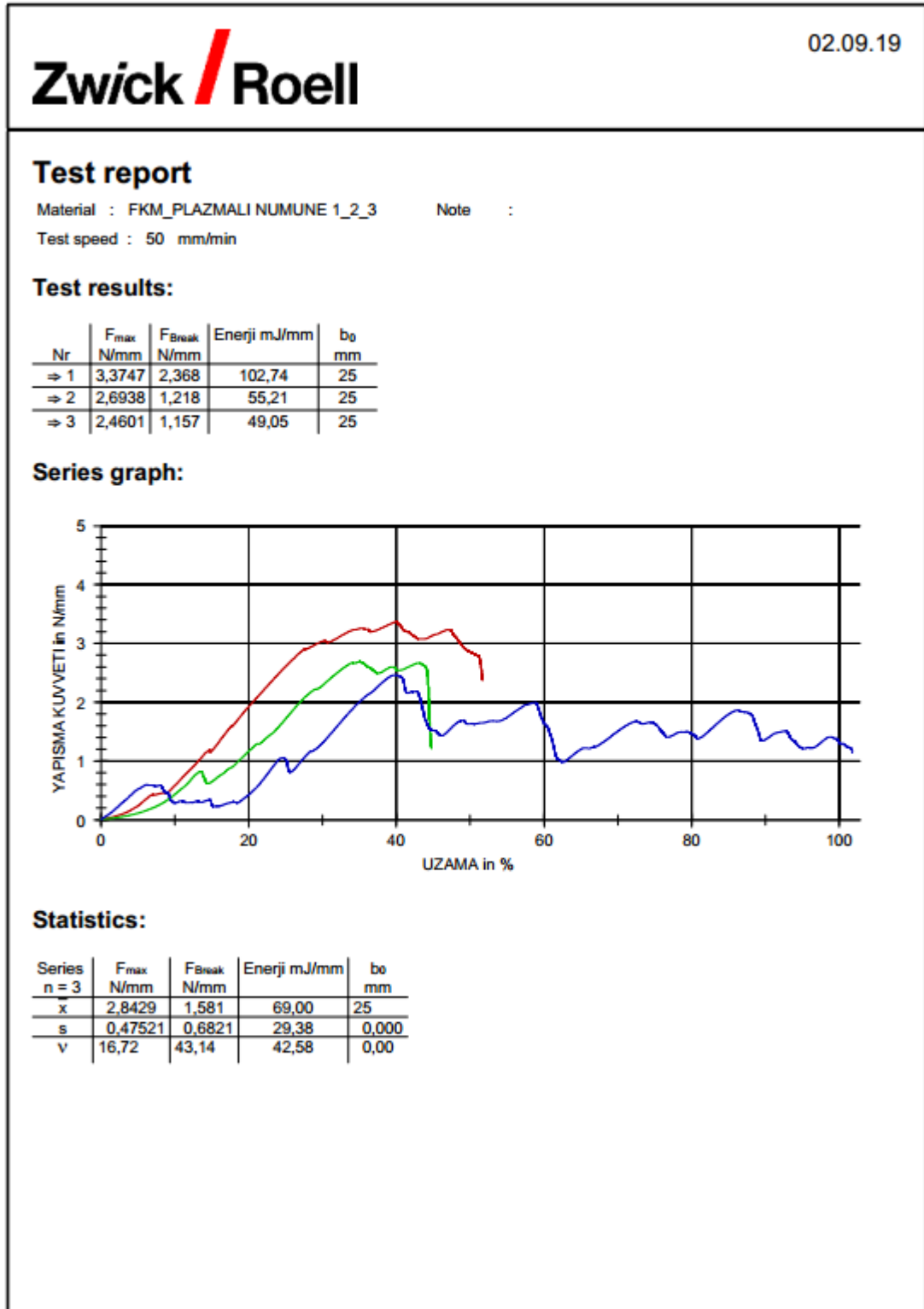
EK 5. ACM 2 Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları



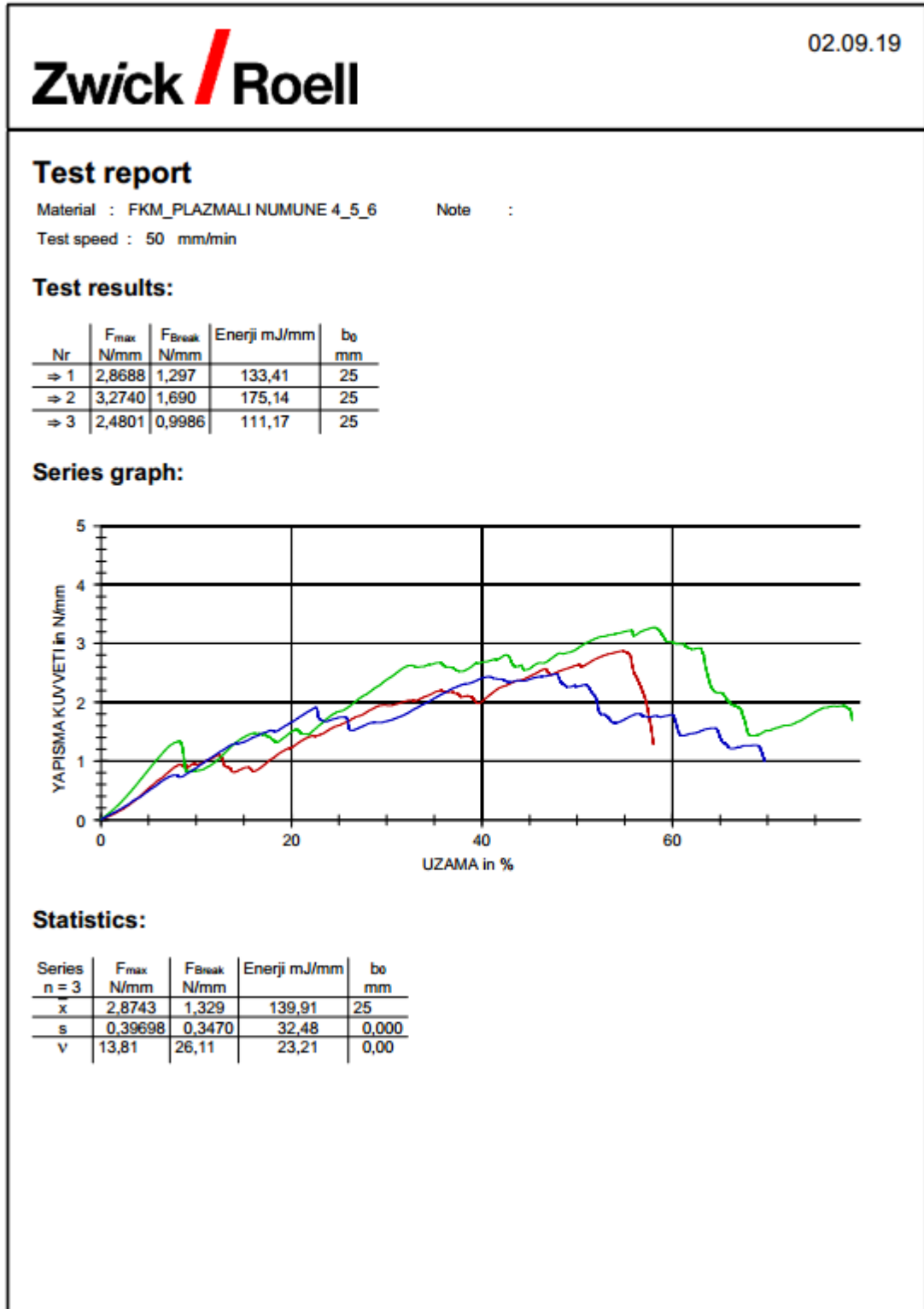
EK 6. ACM 2 Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları



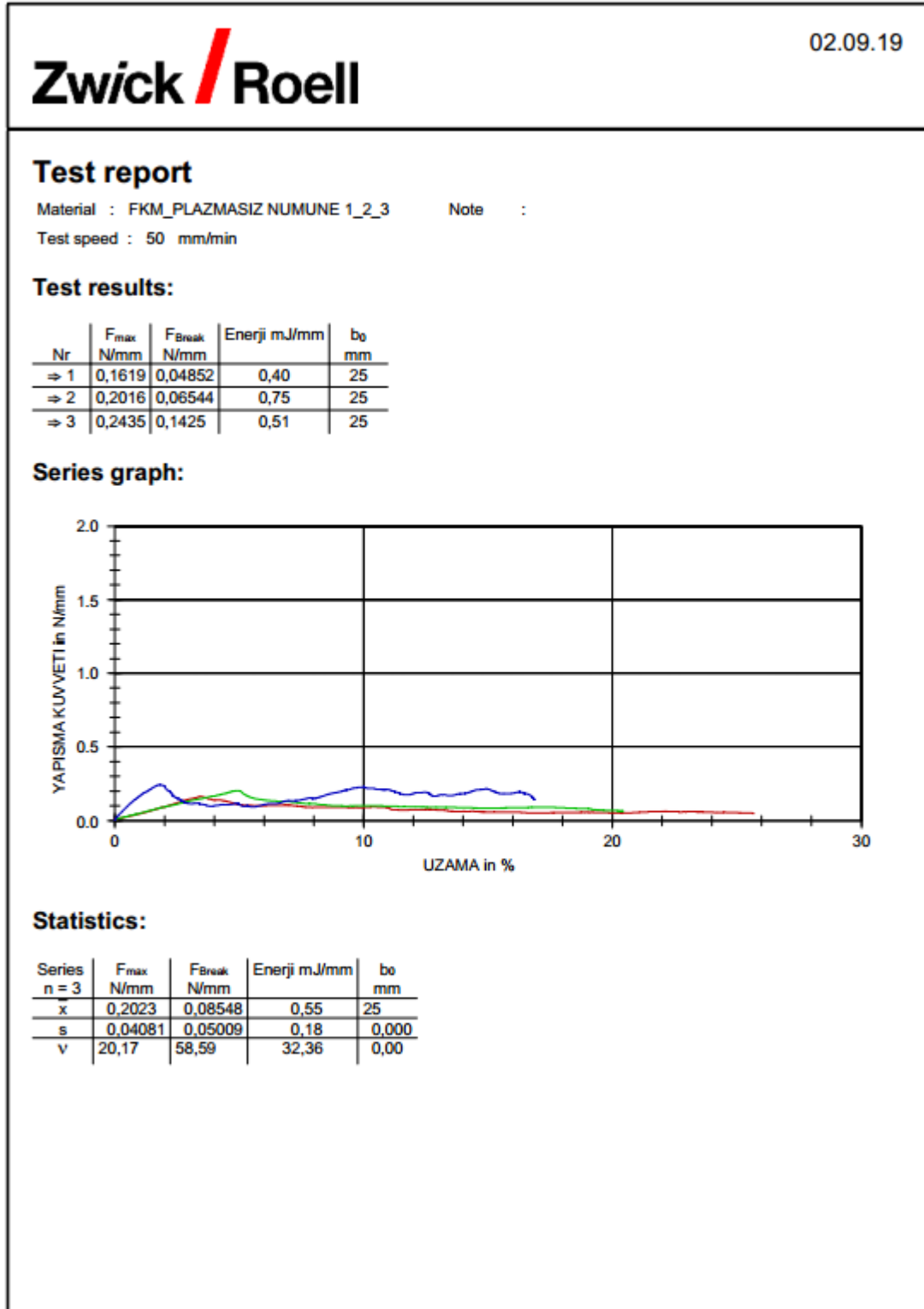
EK 7. FKM Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları



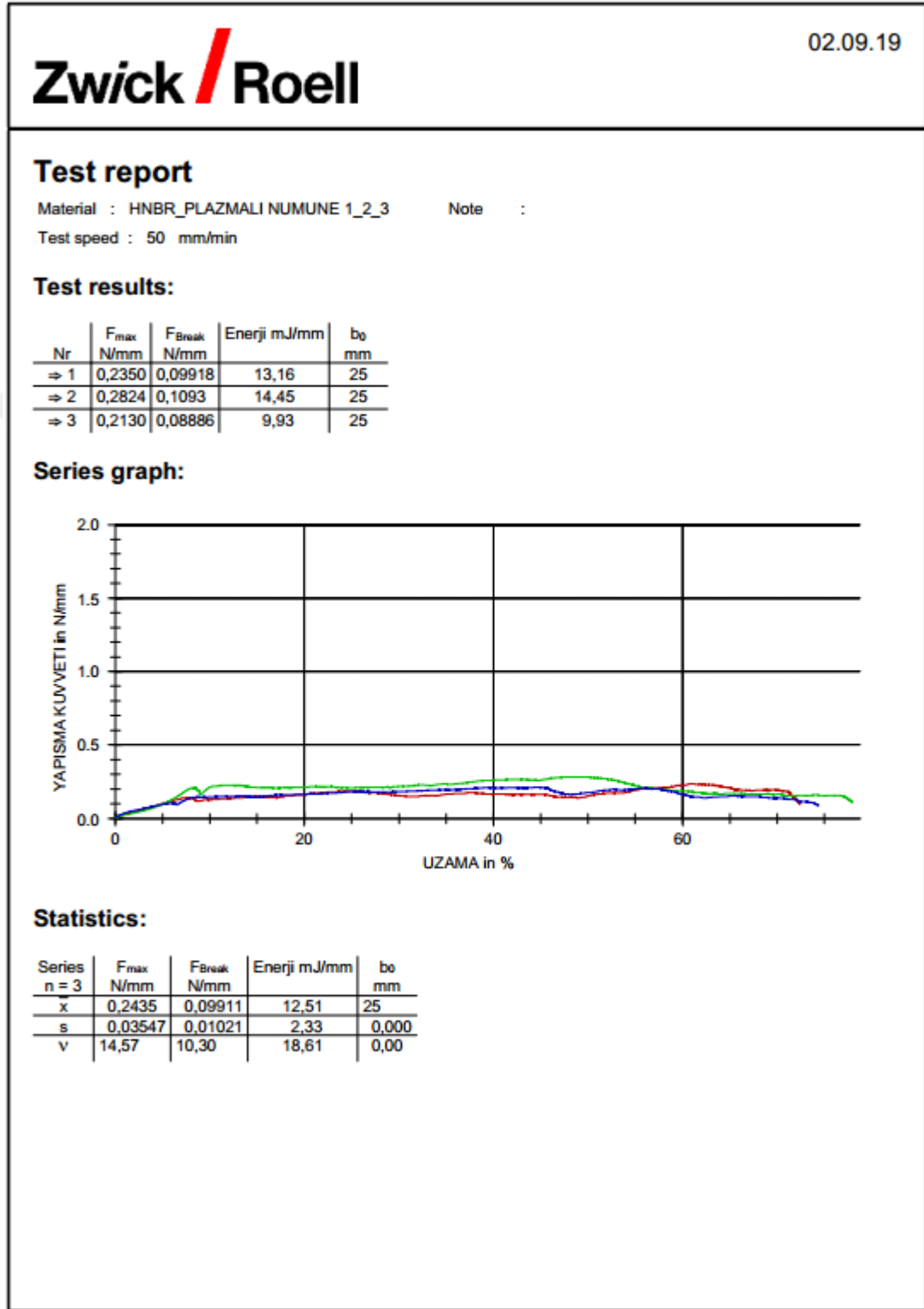
EK 8. FKM Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları



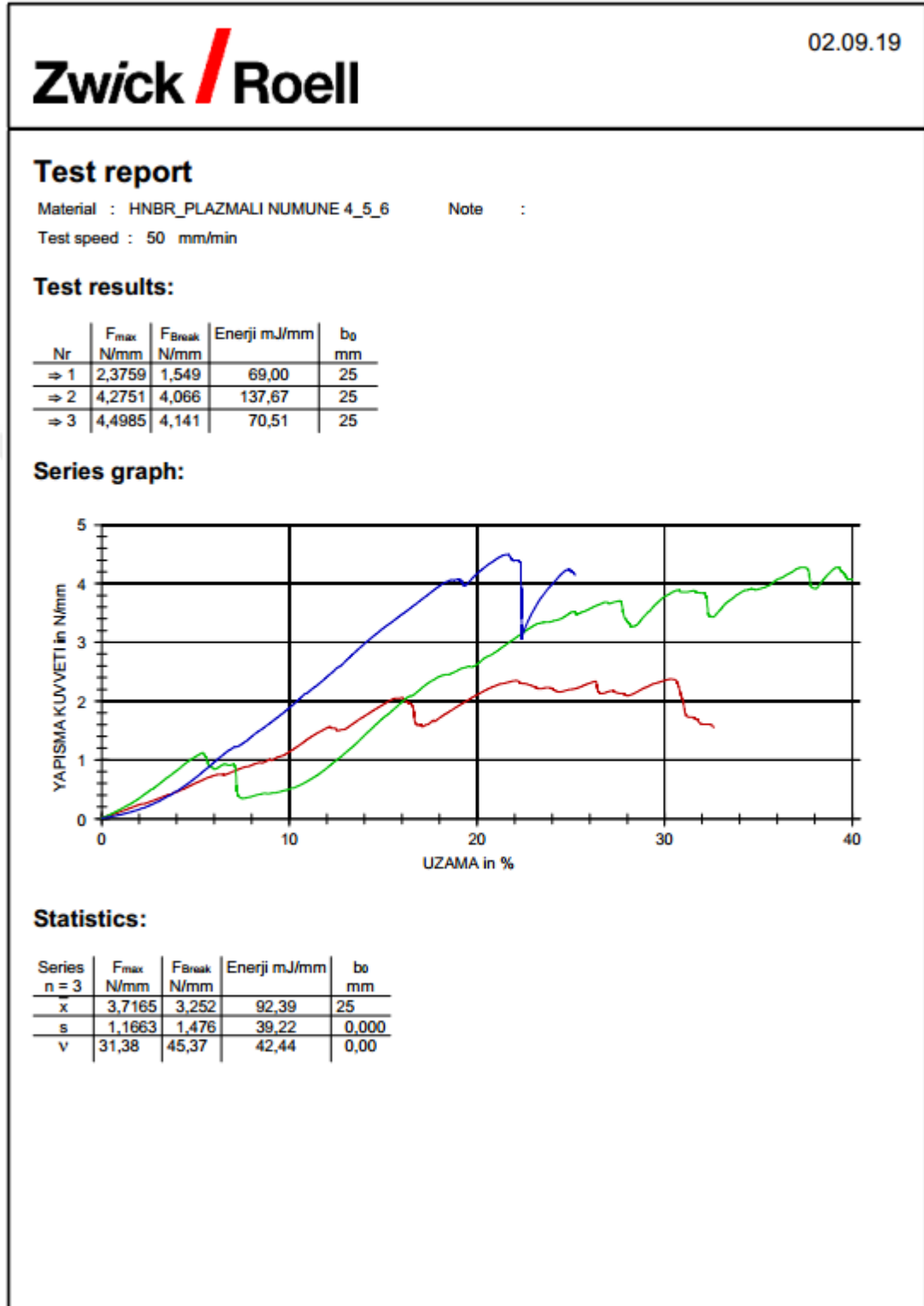
EK 9. FKM Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları



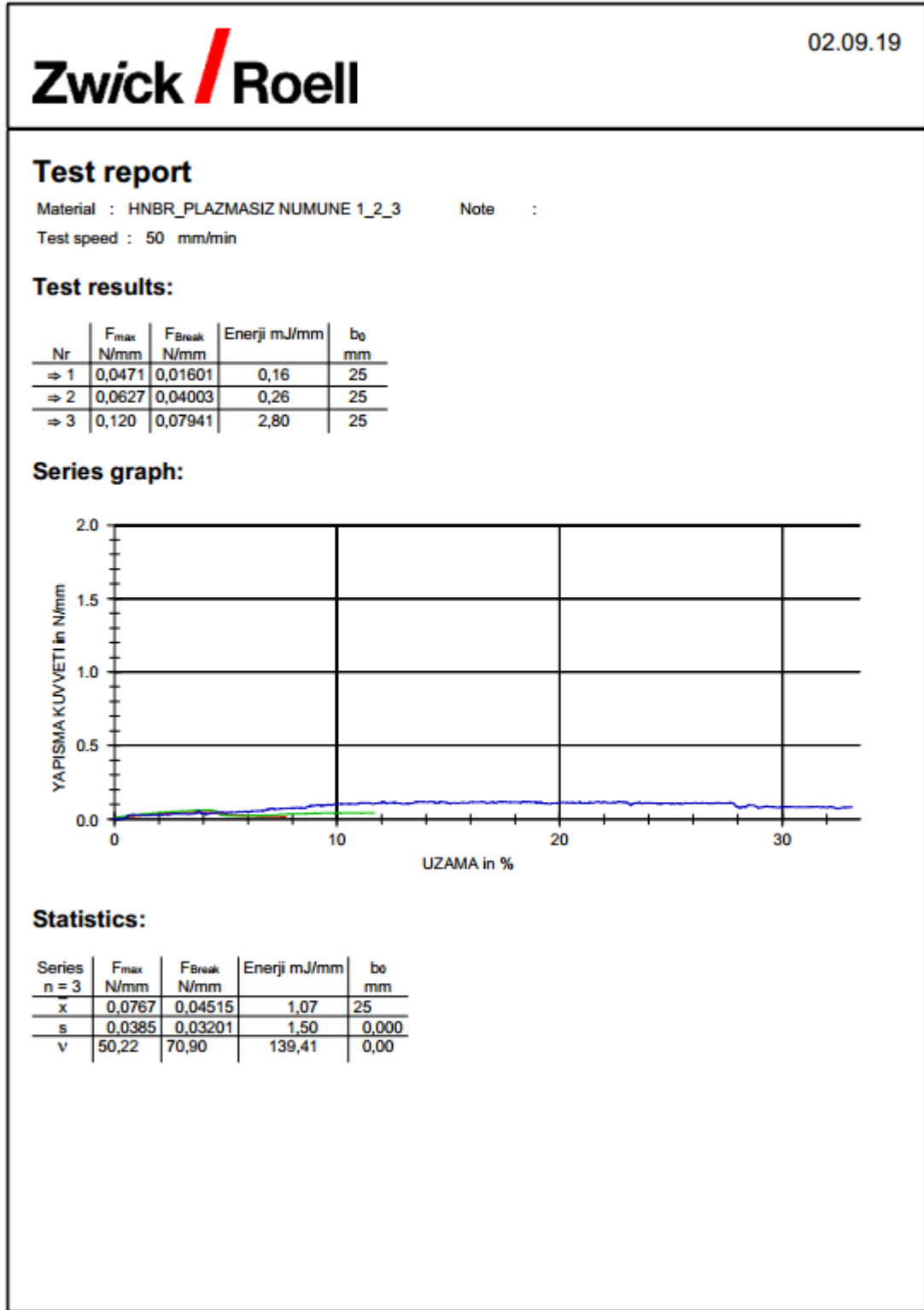
EK 10. HNBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları



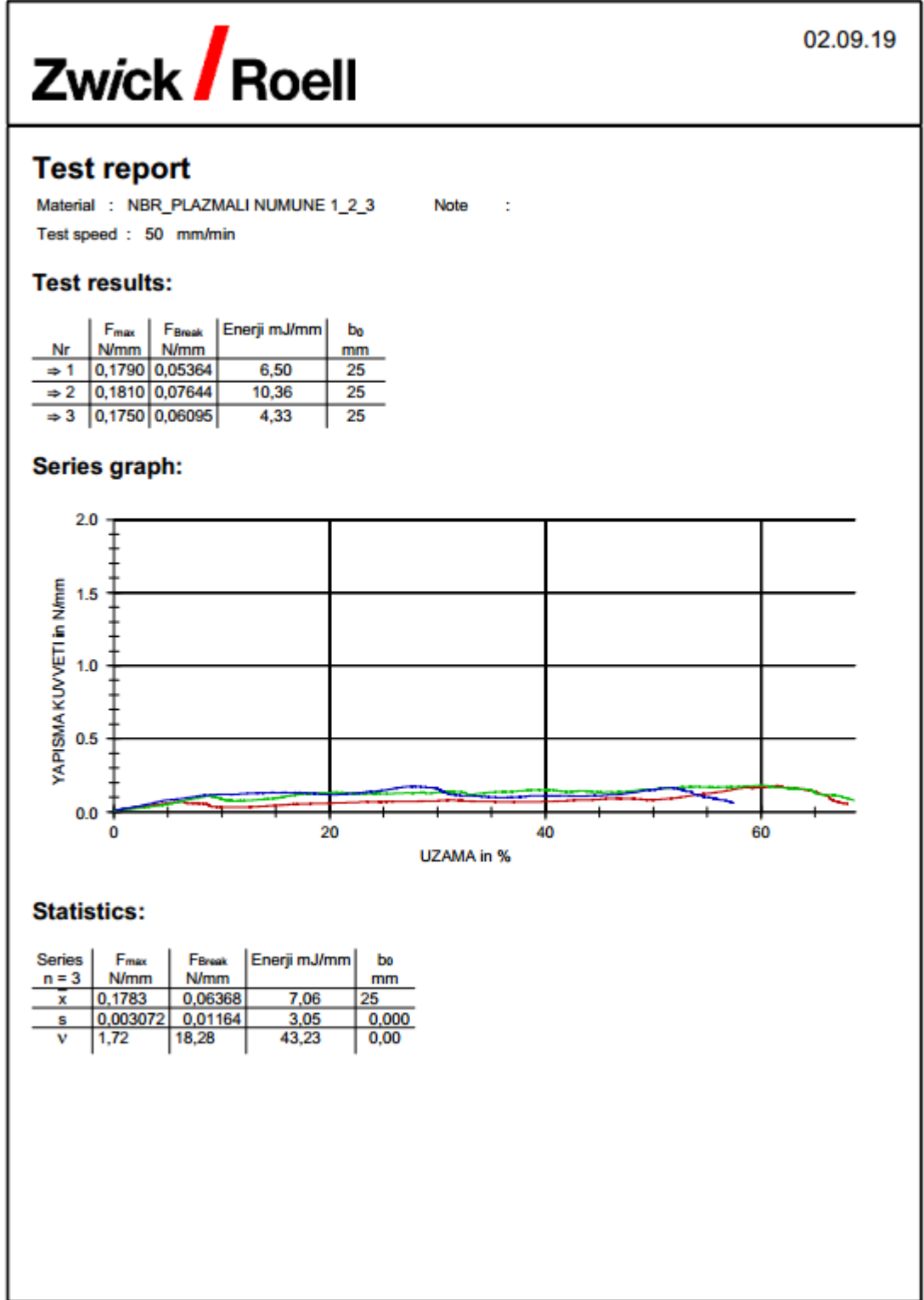
EK 11. HNBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları

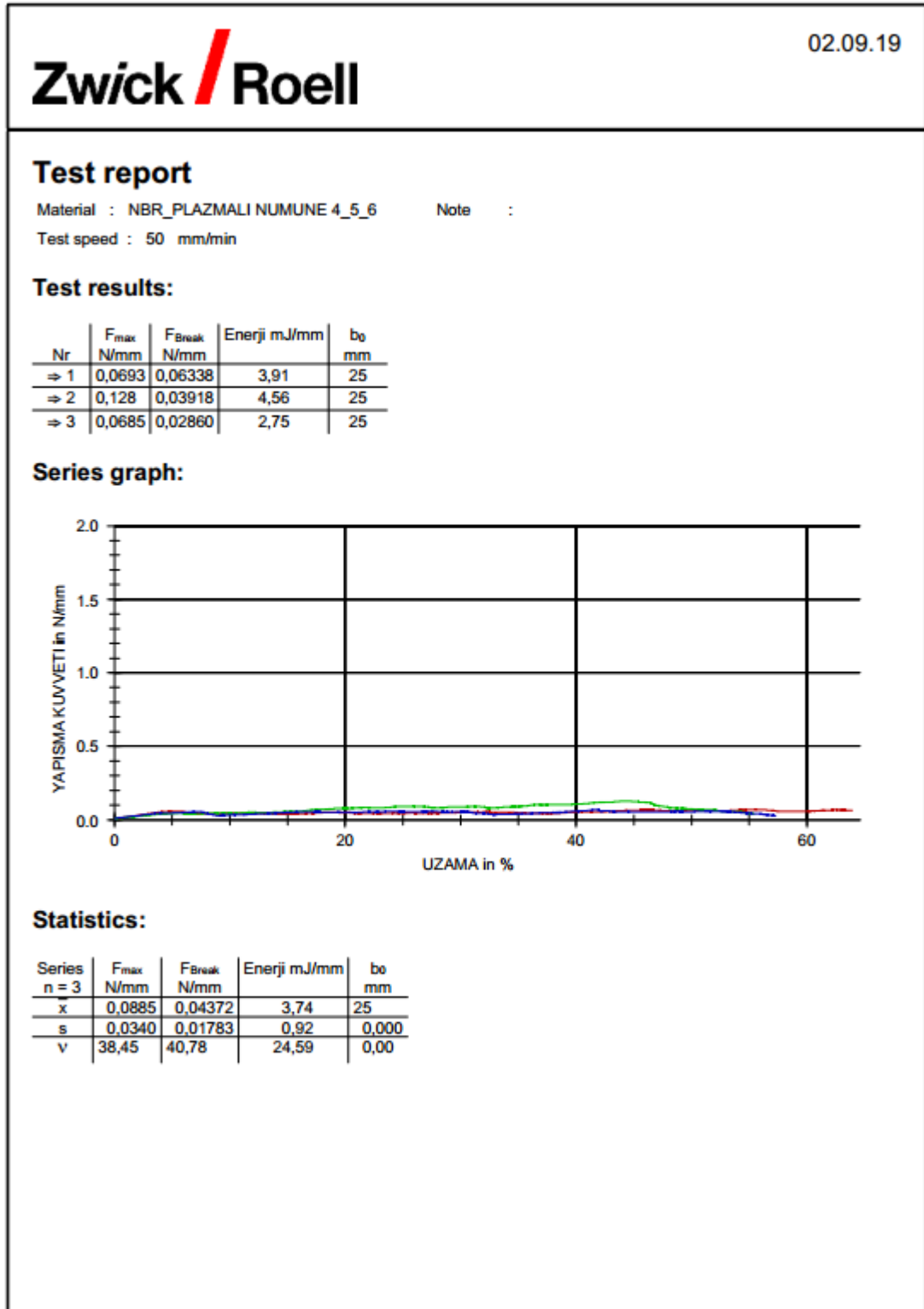


EK 12. HNBR Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları

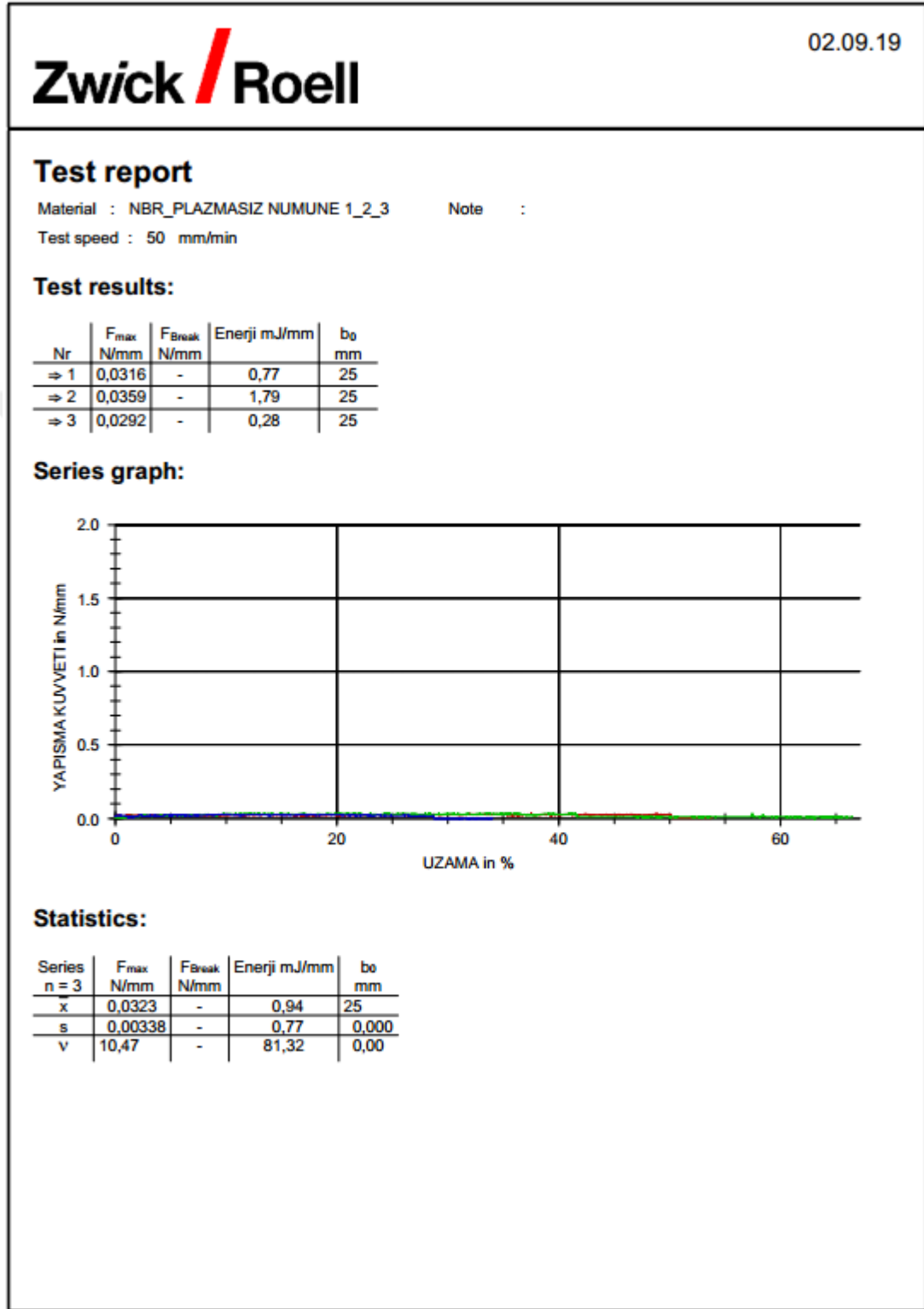


EK 13. NBR Atmosferik Plazma Uygulanmış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları

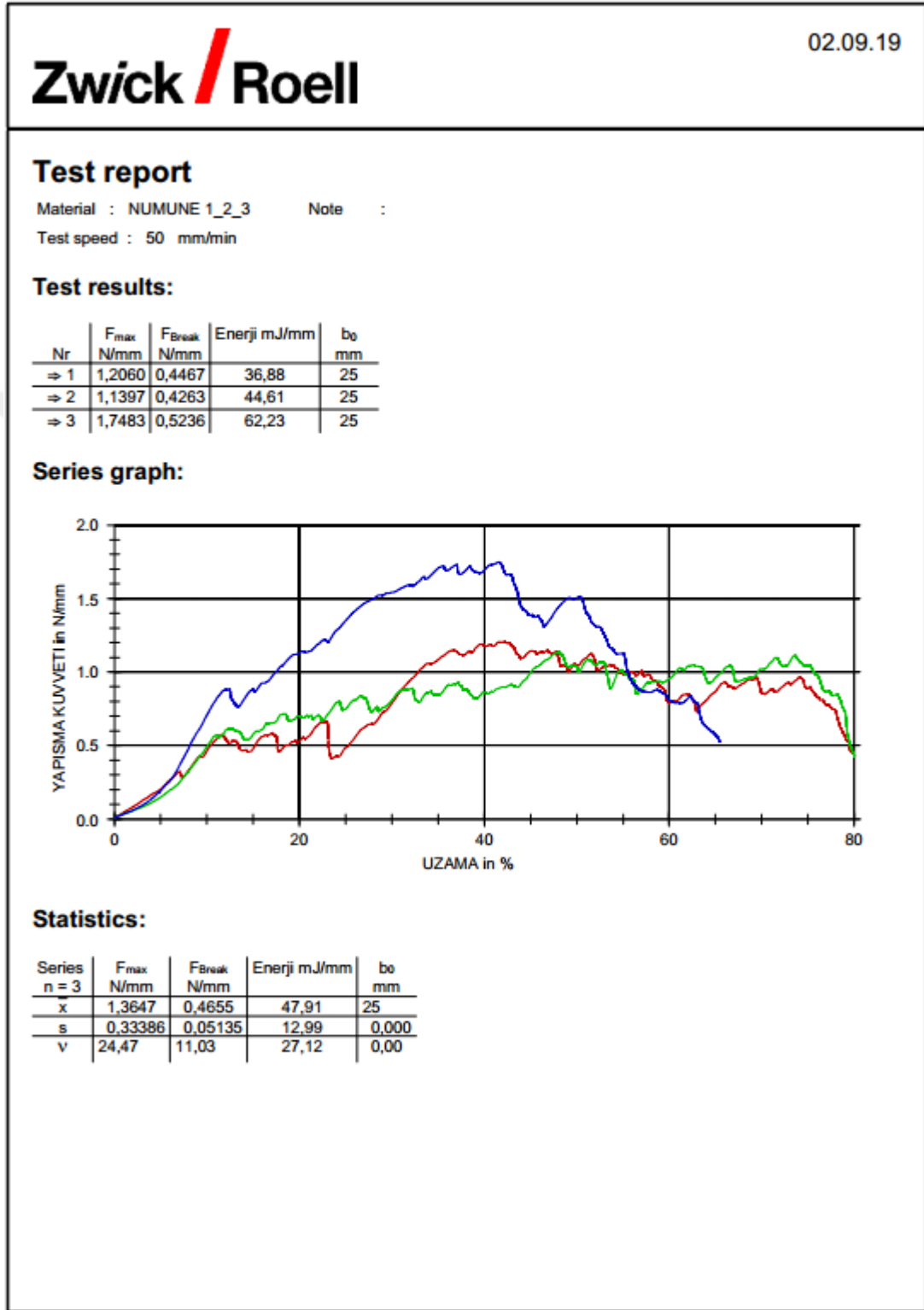




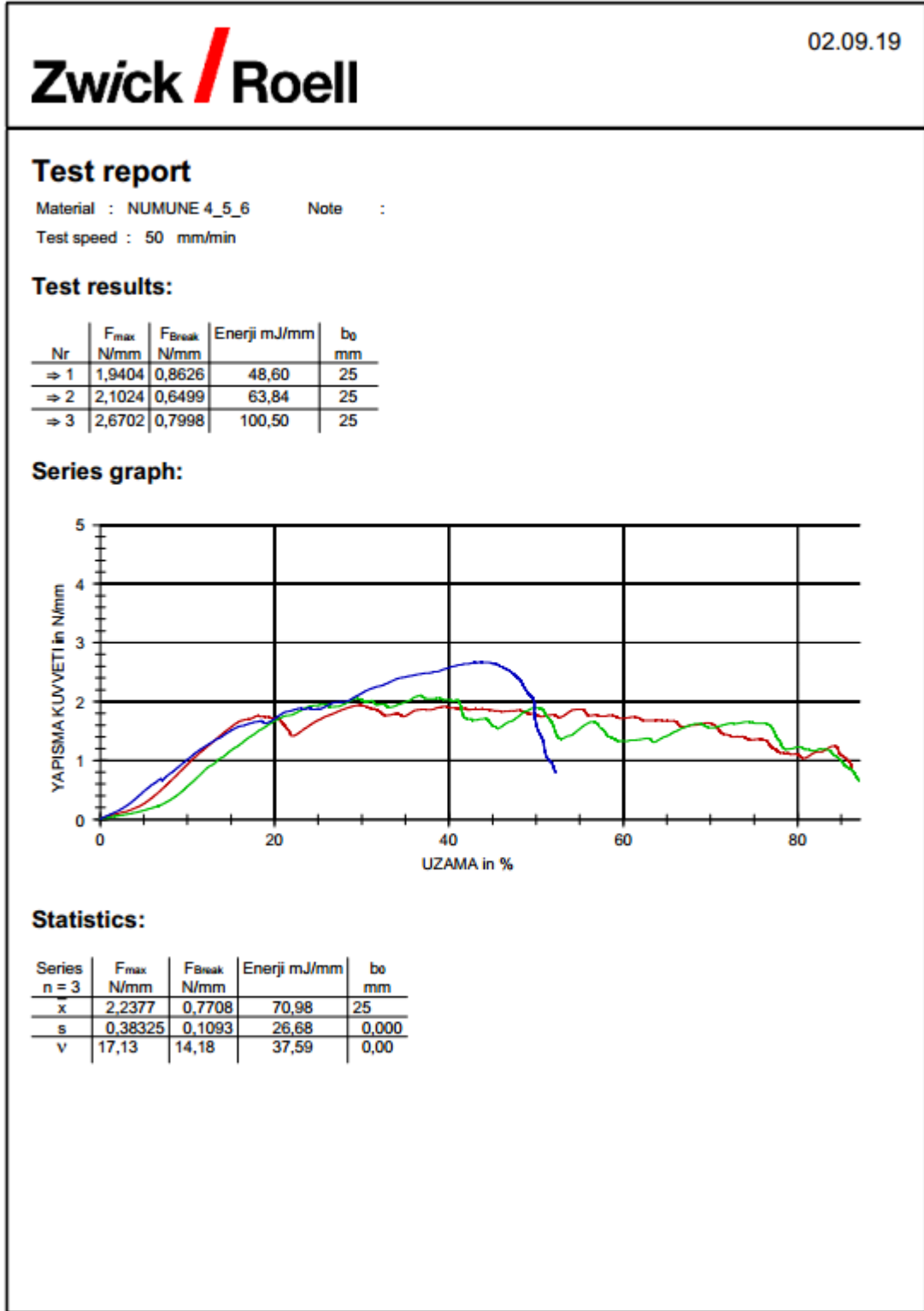
EK 15. NBR Atmosferik Plazma Uygulanmamış Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları



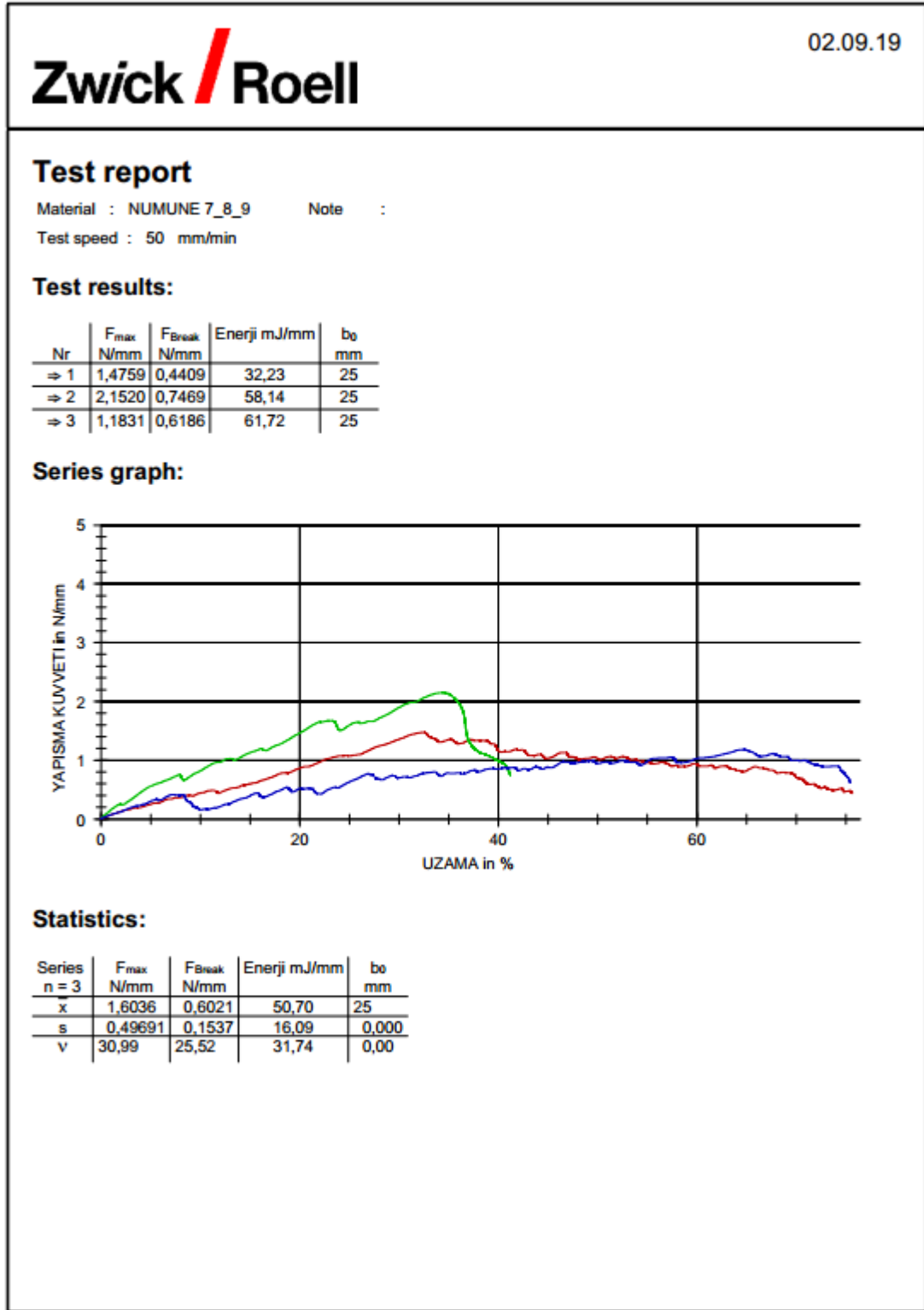
EK 16. Numuneler_1-2-3 Tensometre Sonuçları 60°C/ 3 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



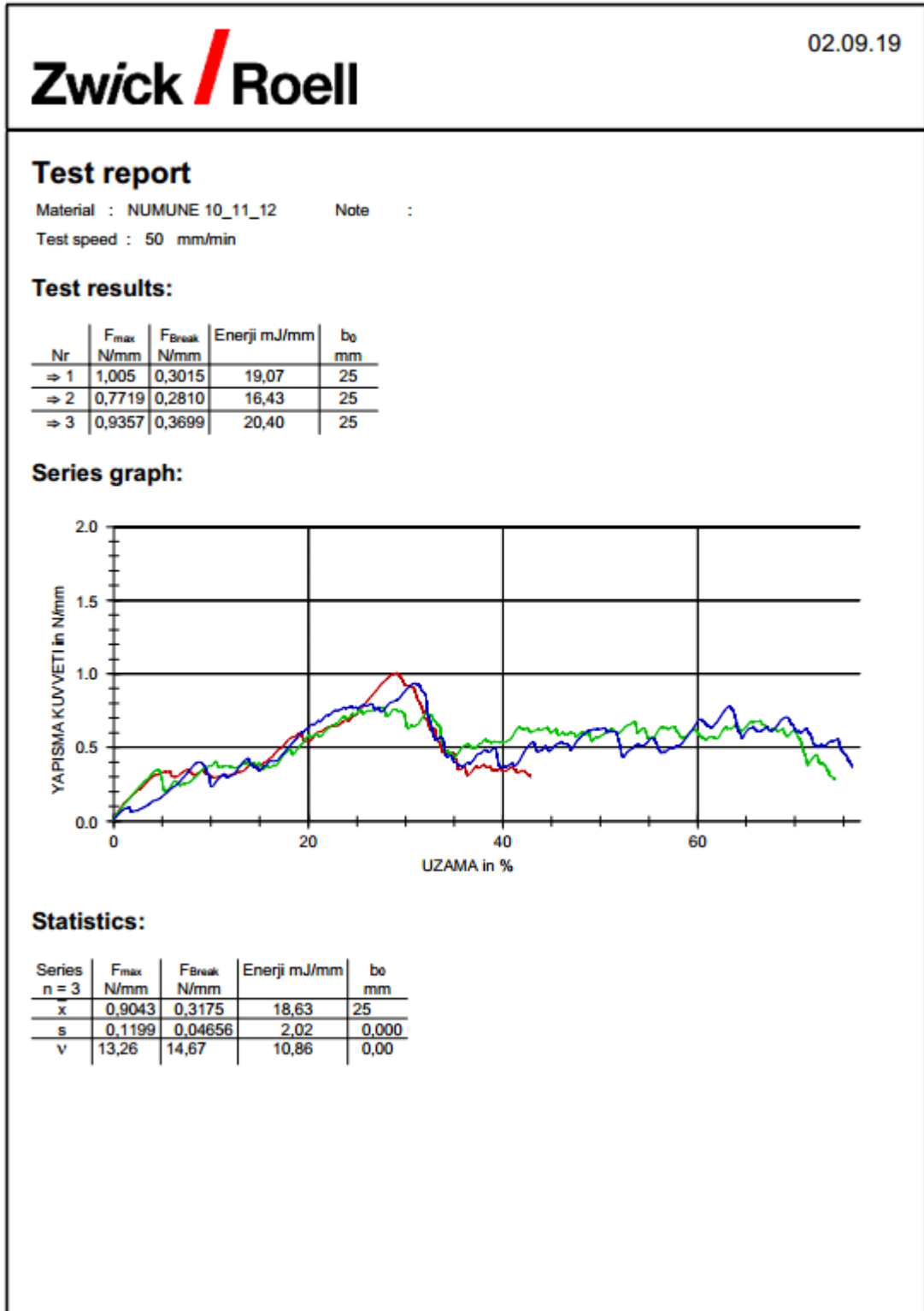
EK 17. Numuneler_4-5-6 Tensometre Sonuçları 80°C/ 3 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



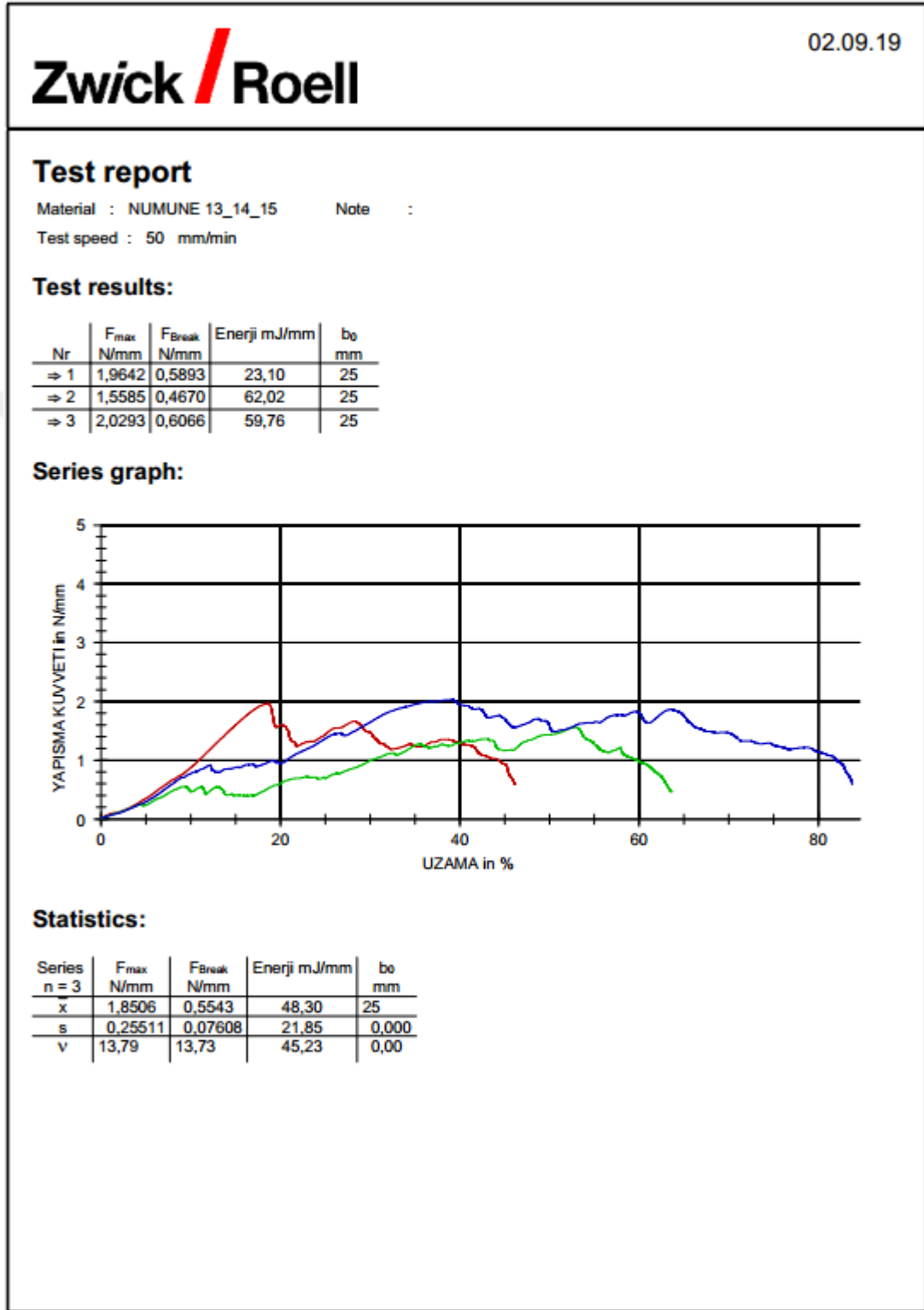
EK 18. Numuneler_7-8-9 Tensometre Sonuçları 120°C/ 3 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



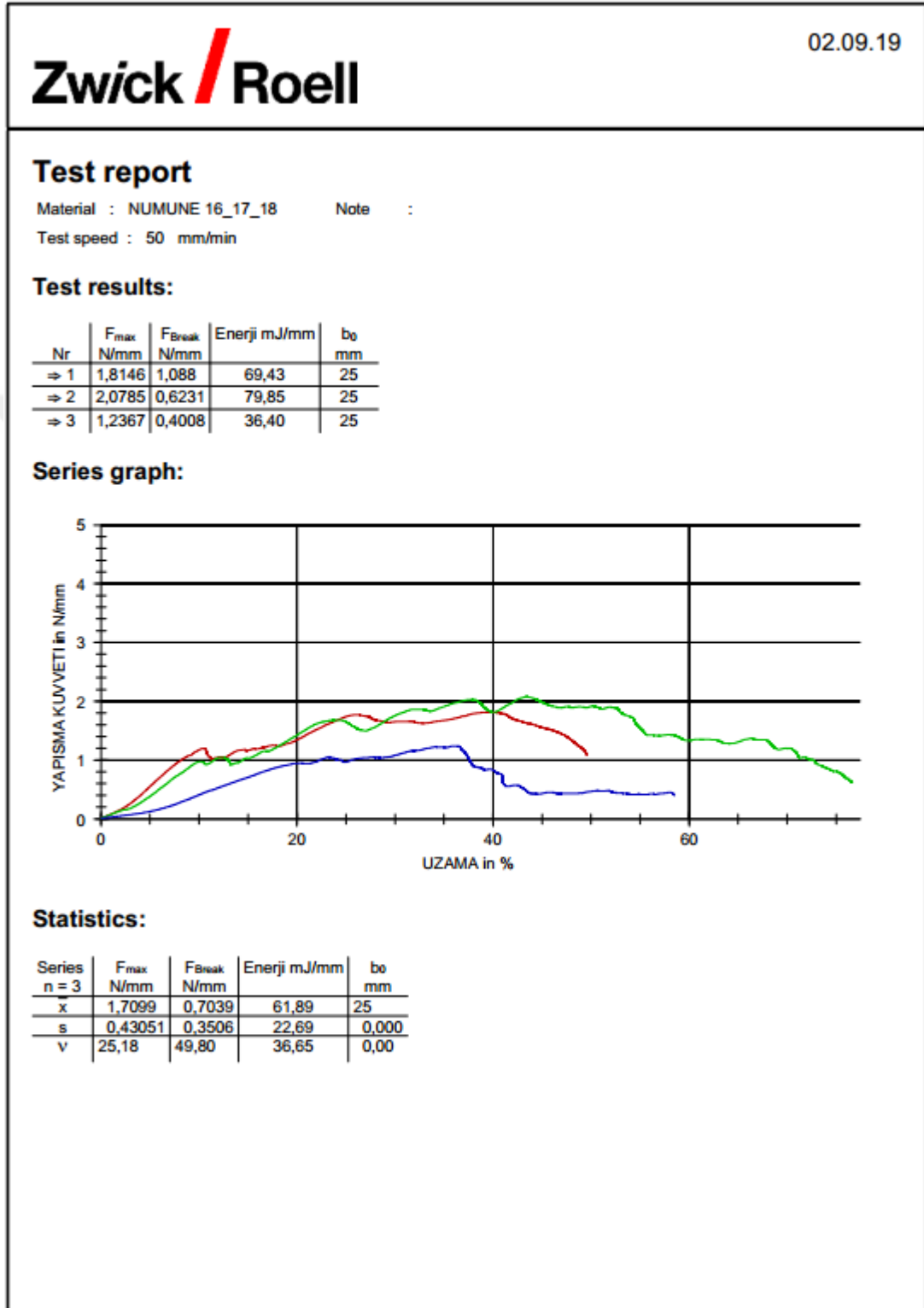
EK 19. Numuneler_10-11-12 Tensometre Sonuçları 60°C/ 3 Saat Kuvvet Uygulamadan Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



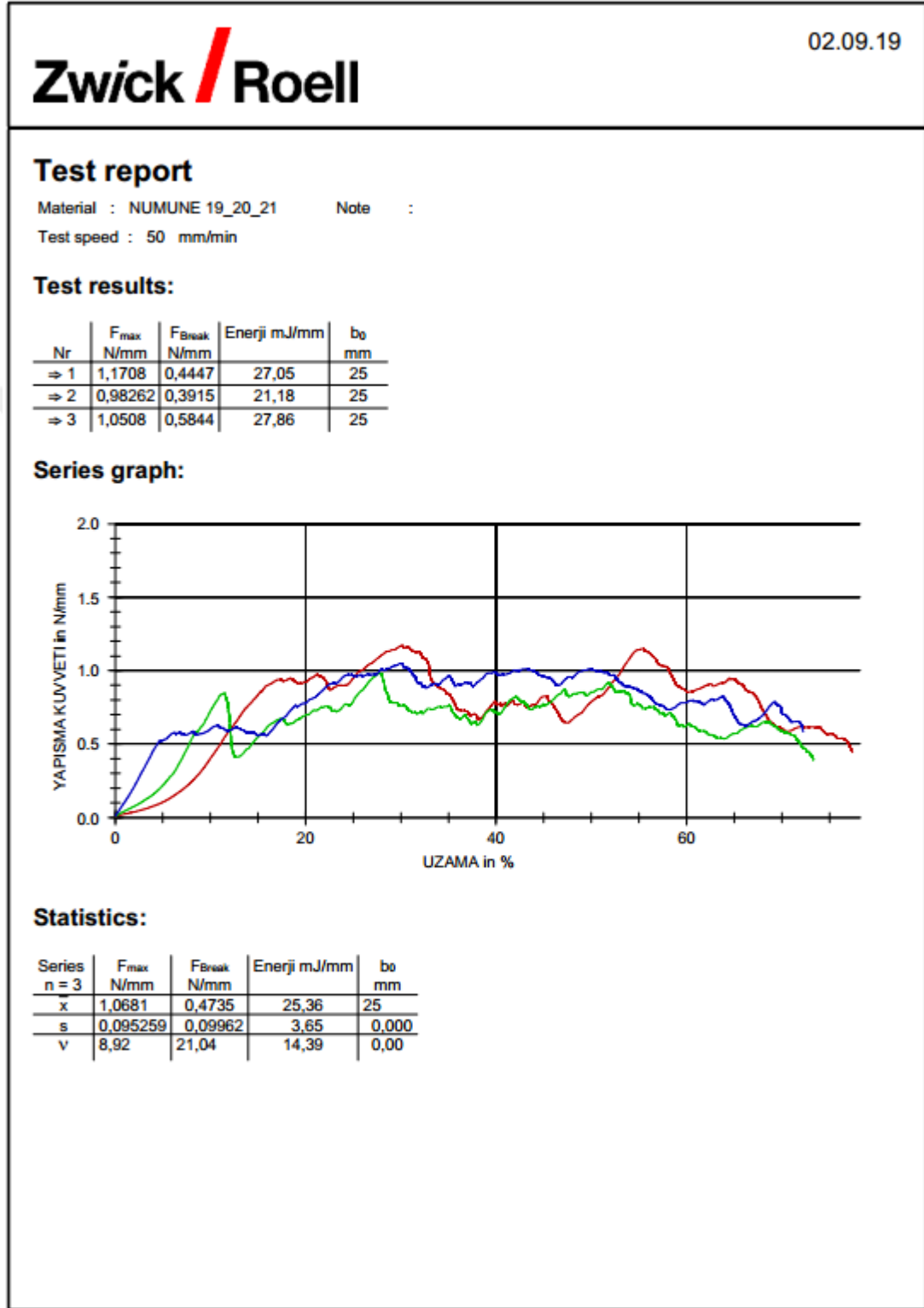
EK 20. Numuneler_13-14-15 Tensometre Sonuçları 80°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



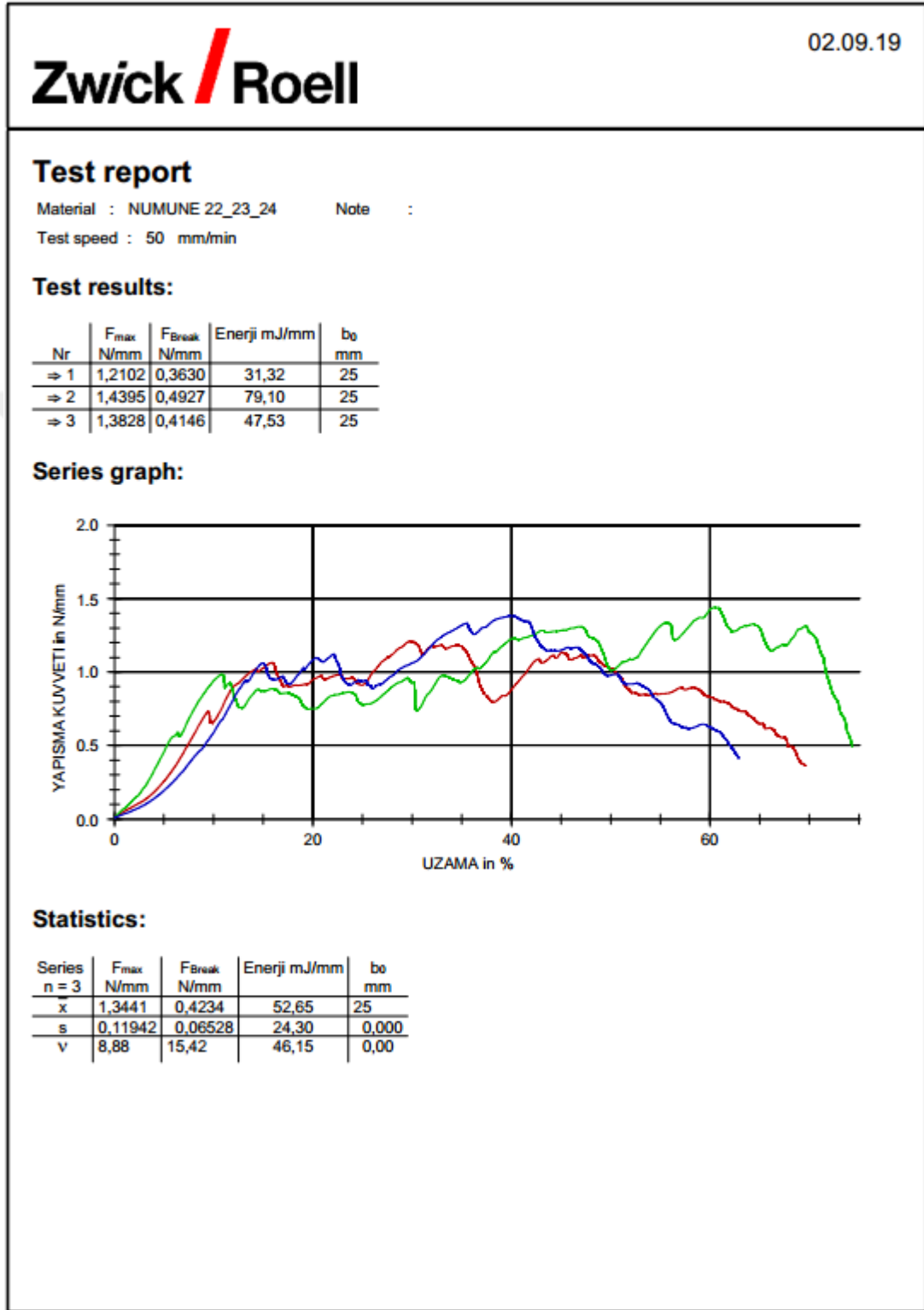
EK 21. Numuneler_16-17-18 Tensometre Sonuçları 120°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



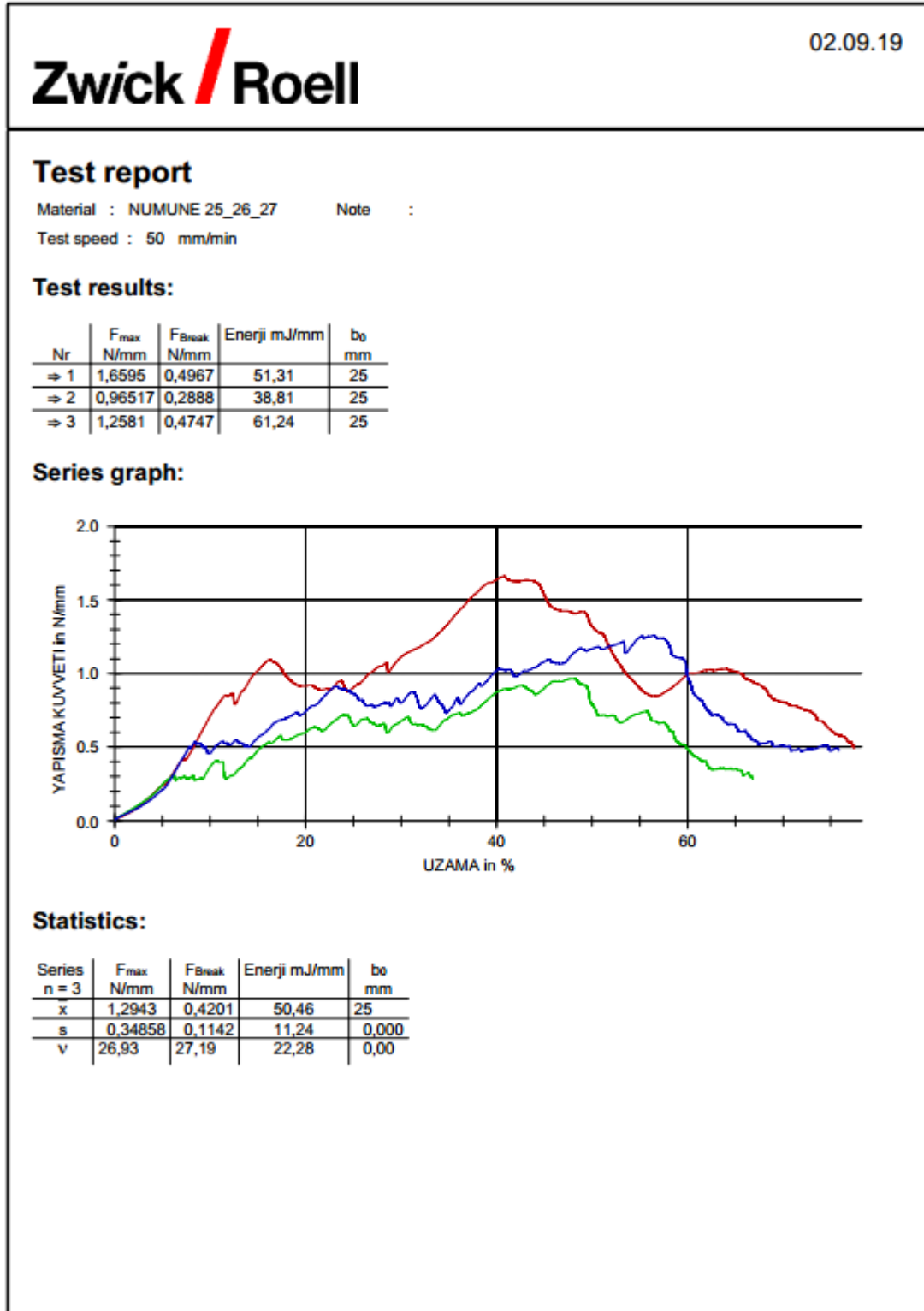
EK 22. Numuneler_19-20-21 Tensometre Sonuçları 60°C/ 10 Dakika Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



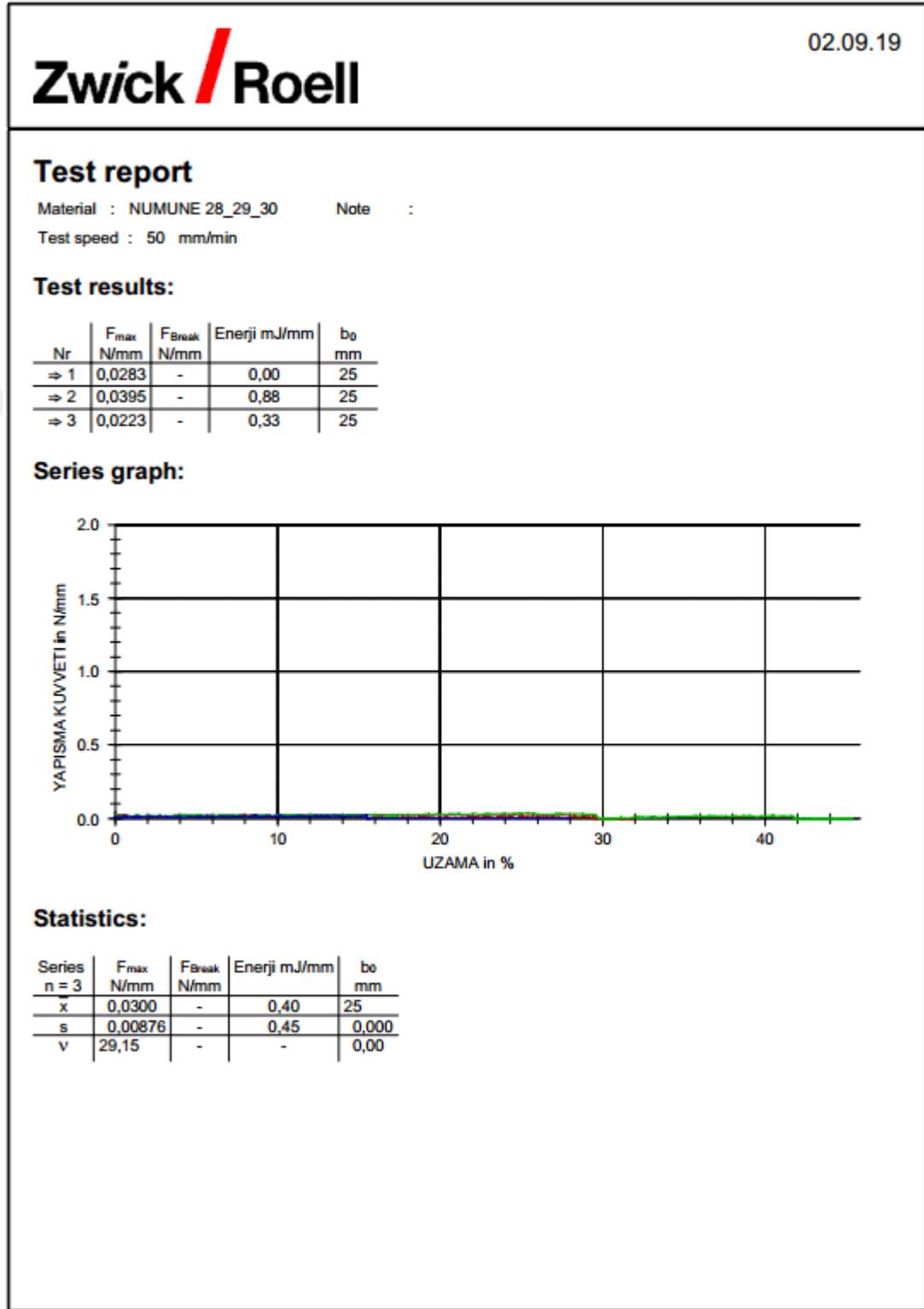
EK 23. Numuneler_22-23-24 Tensometre Sonuçları 80°C/ 10 Dakika Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



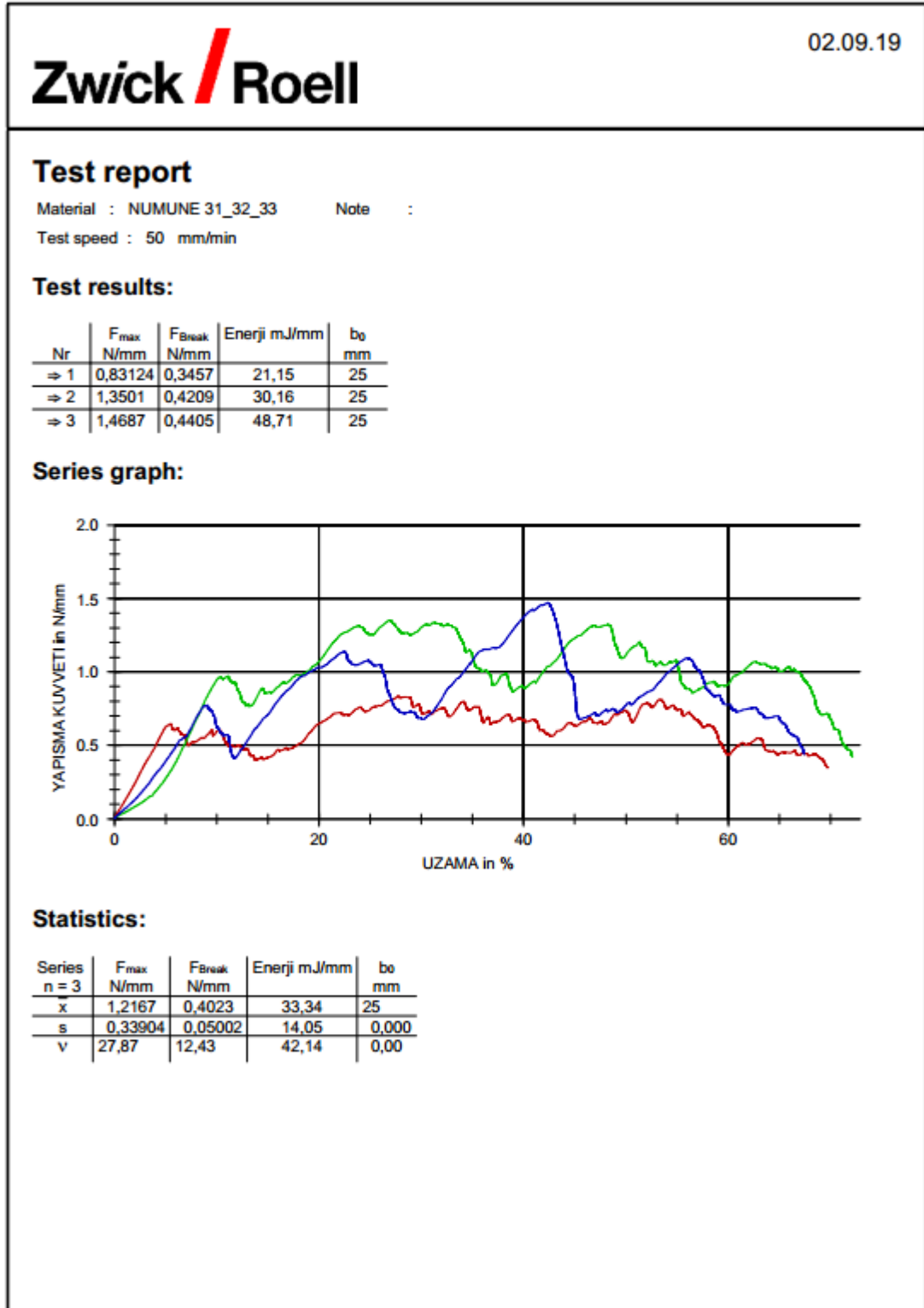
EK 24. Numuneler_25-26-27 Tensometre Sonuçları 120°C/ 10 Dakika Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



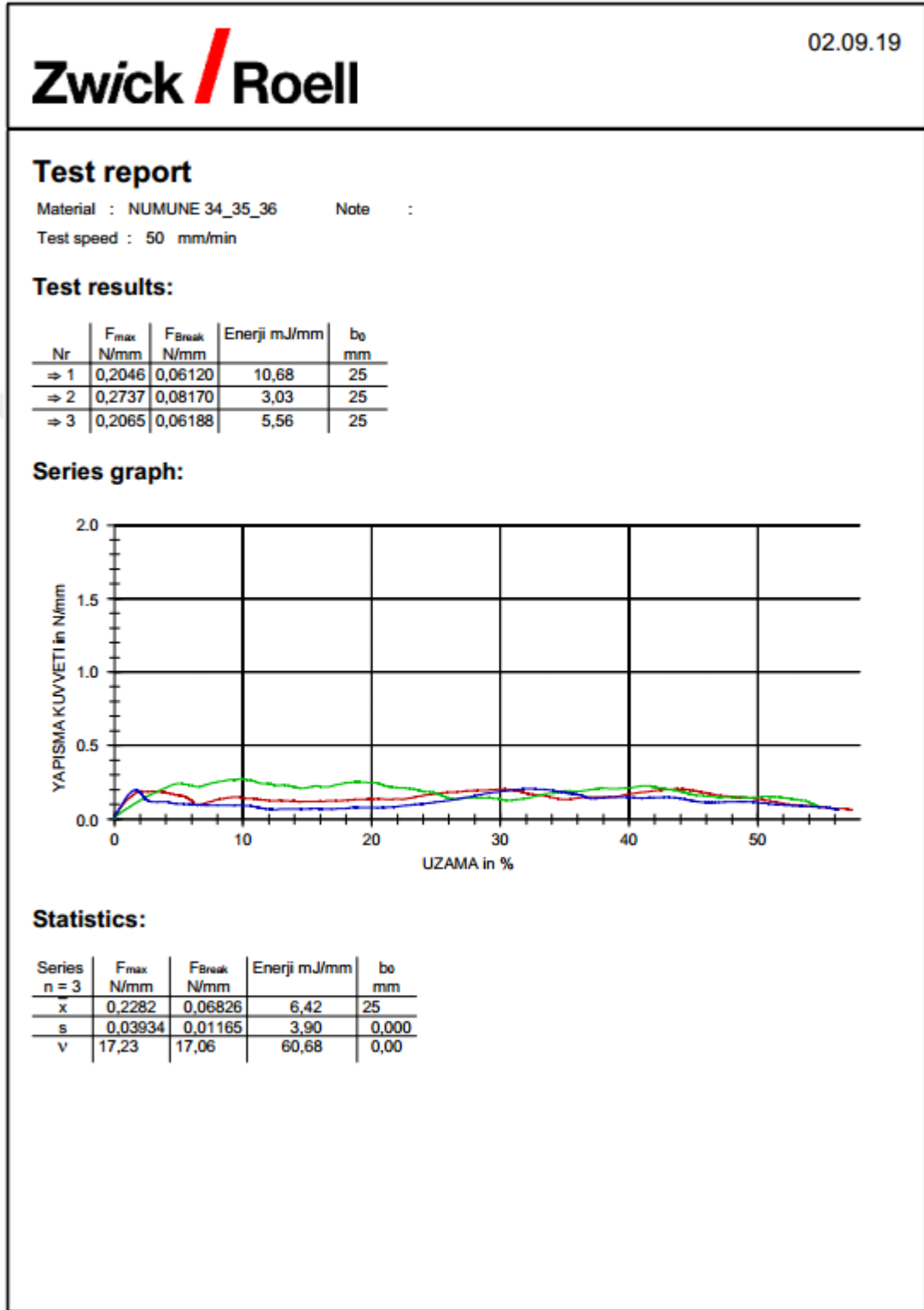
EK 25. Numuneler_28-29-30 Tensometre Sonuçları -40°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



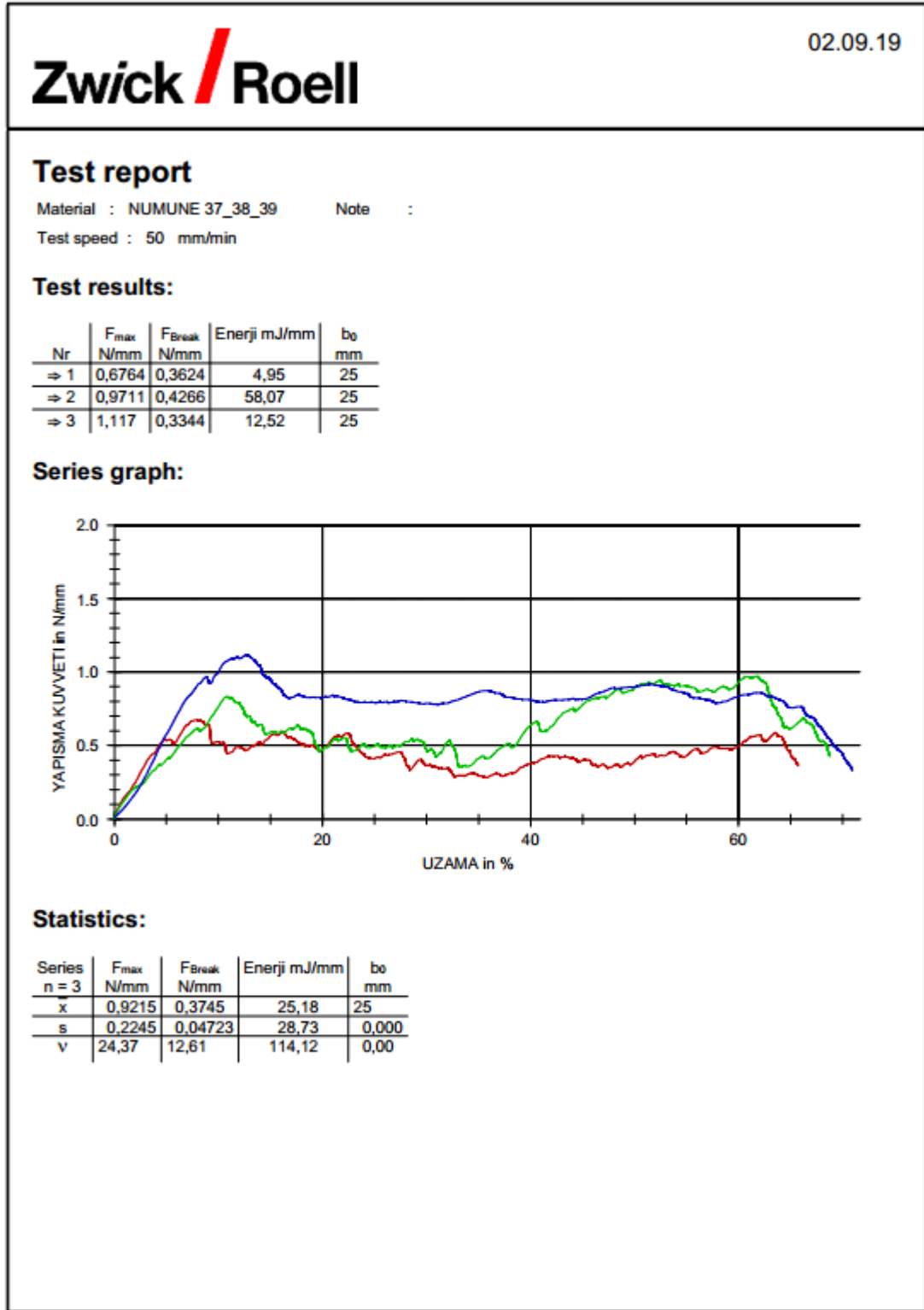
EK 26. Numuneler_31-32-33 Tensometre Sonuçları Oda Koşulları Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



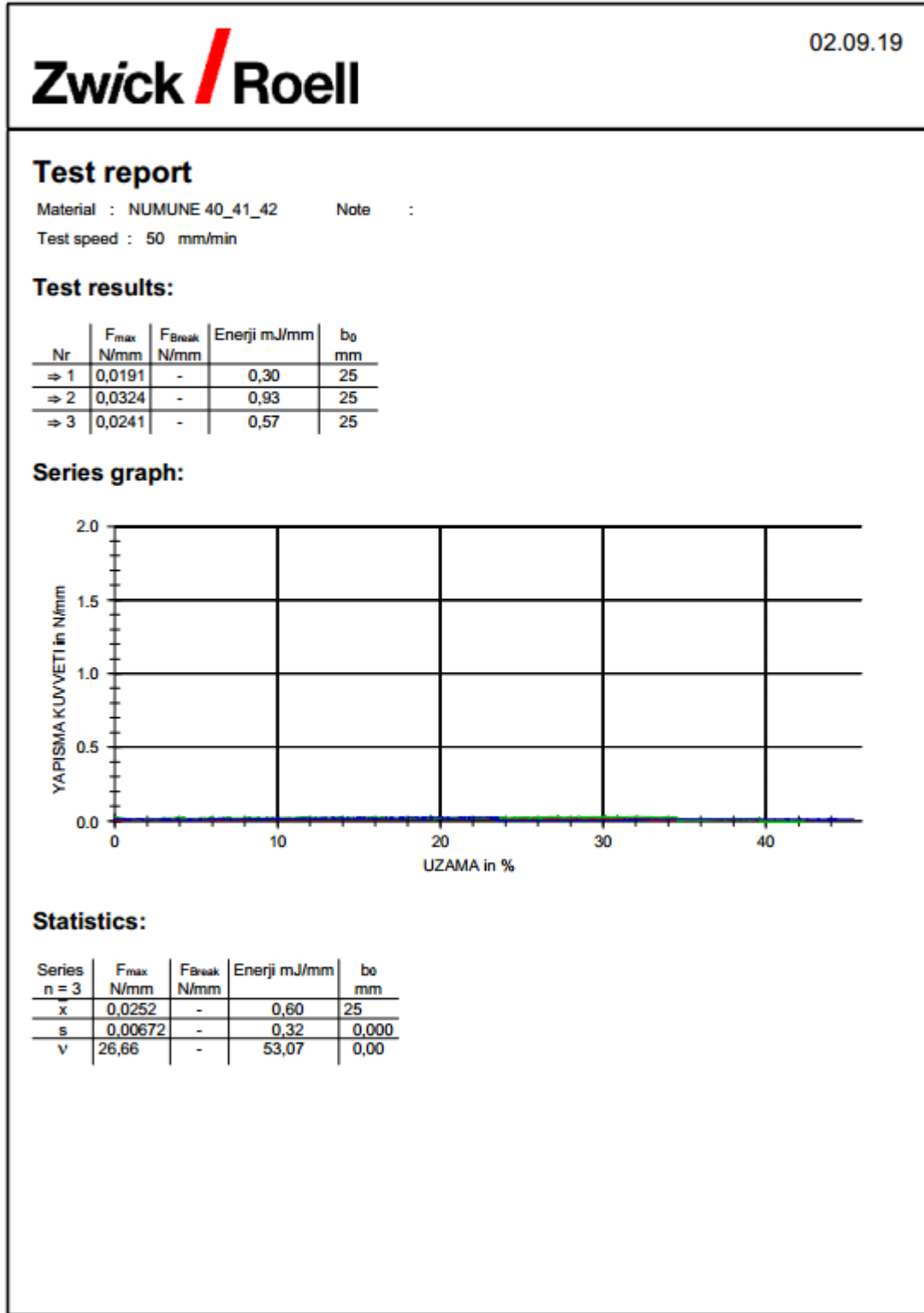
EK 27. Numuneler_34-35-36 Tensometre Sonuçları Atmosferik Plazma Uygulanmamış,
Zımpara Uygulanmış Numuneler



EK 28. Numuneler_37-38-39 Tensometre Sonuçları Atmosferik Plazma ve Zımpara Uygulanmış Numuneler



Ek 29. Numuneler_40-41-42 Tensometre Sonuçları -20°C/ 1 Saat Kuvvet Altında Bekletilmiş Atmosferik Plazmalı Numuneler



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet TURGUT

Doğum Yeri ve Tarihi : Afyon / 05.05.1988

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Afyon Milli Piyango Anadolu Lisesi / 2006

Lisans : Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü / 2011

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı / 2019

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

SKT Yedek Parça ve Makina San. ve Tic. A.S.
(12/2013-..)

Elsi Elektrik Sistemleri San.Tic.Ltd.Şti (06/2013-
12/2013)

Çiftçi Demirtaş Pres Plastik İnşaat Taahhüt San. ve
Tic. Ltd. Şti. (07/2010-12/2012)

İletişim (e-posta) : mehmeturgut@windowslive.com /
mehmeturgut@skt.com.tr

Yayınları :

Turgut M., Çavdar K. 2018. Atmosferik Plazma Yüzey İşlemi ile Yapışma Davranışının İyileştirilmesi. 3. International Symposium on Industrial Design & Engineering, Antalya.