



# NANOMAGNETICS INSTRUMENTS

Model	ezAFM
Mode	Dynamic
Resolution	256x256
Software	ezAFM v.3.29
Cantilever	PPP-NCLR
Oscillation amplitude	1.5 V <sub>RMS</sub>
Free oscillation amplitude	3 V <sub>RMS</sub>

# Numune ve Atomik Kuvvet Mikroskobu

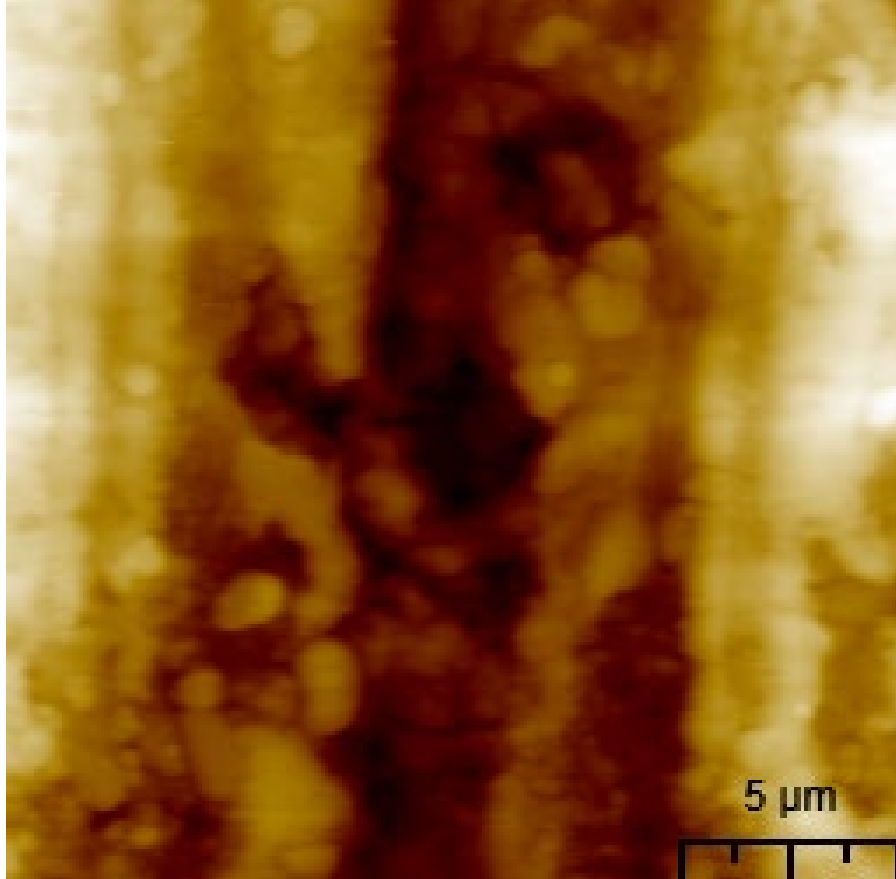


Az Aşınmış Bölge

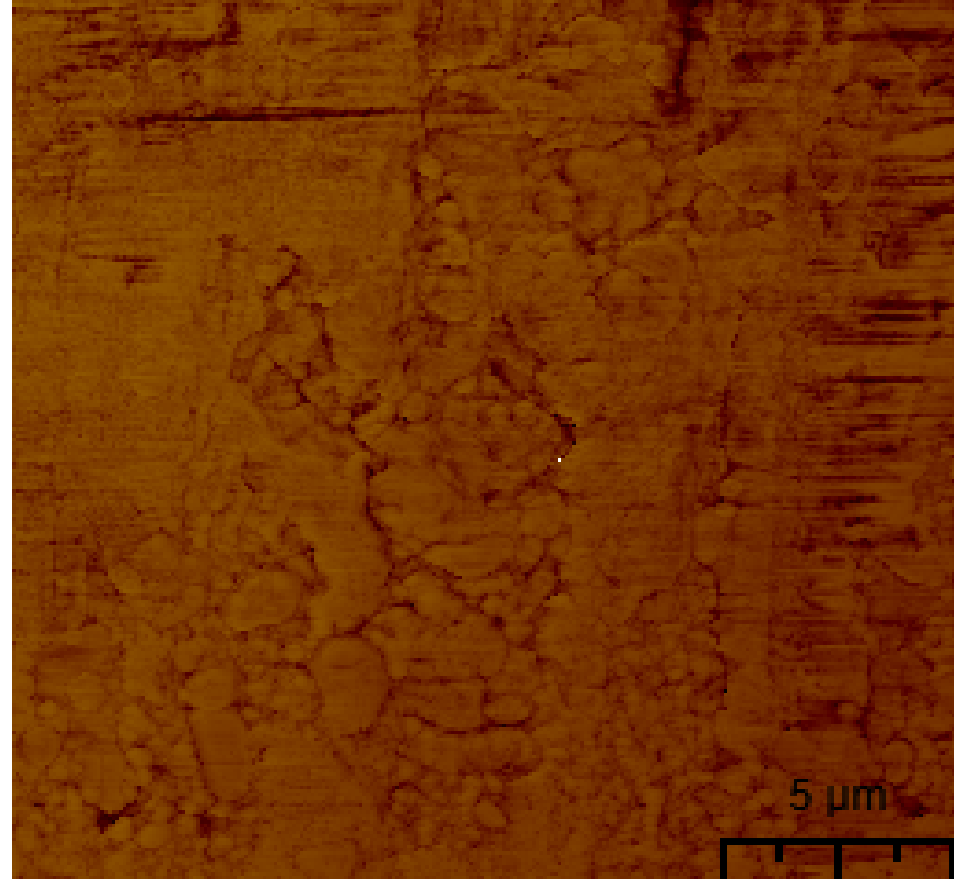
Aşındırılmamış Bölge

# Aşındırılmamış Bölge - 20x20 $\mu\text{m}$

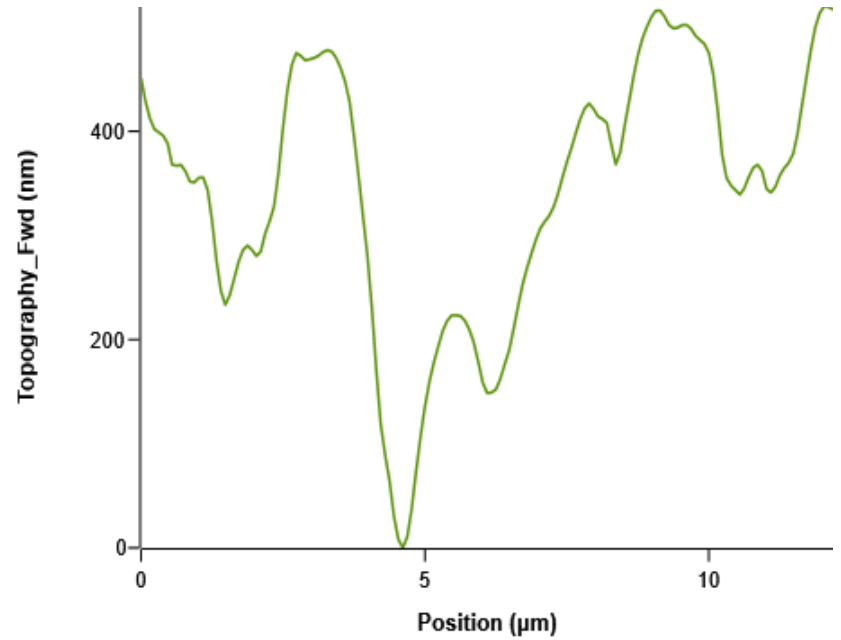
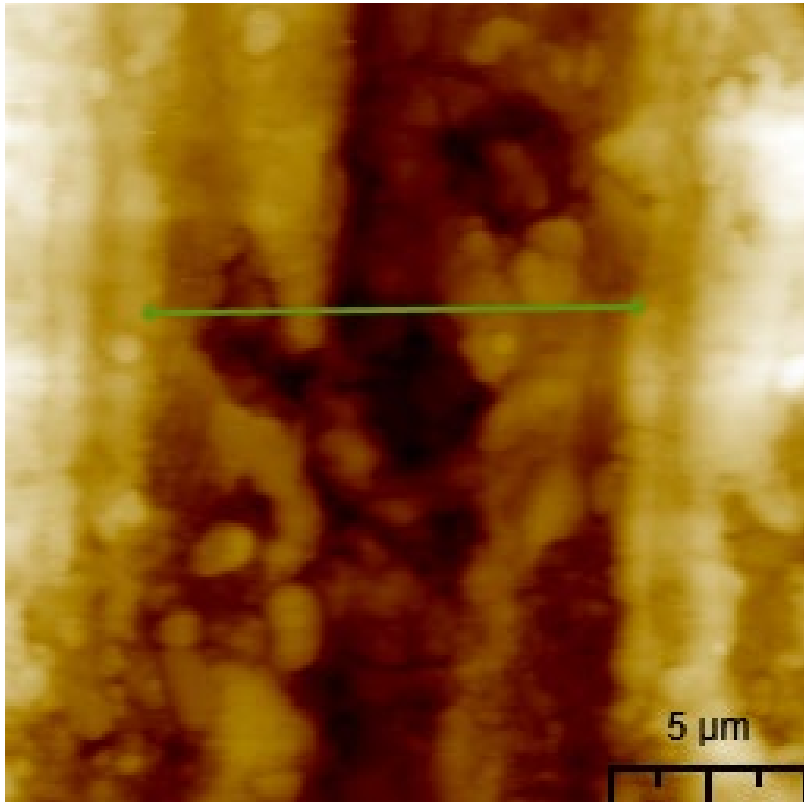
TOPOGRAPHY



PHASE



## CROSS-SECTION ANALYSIS

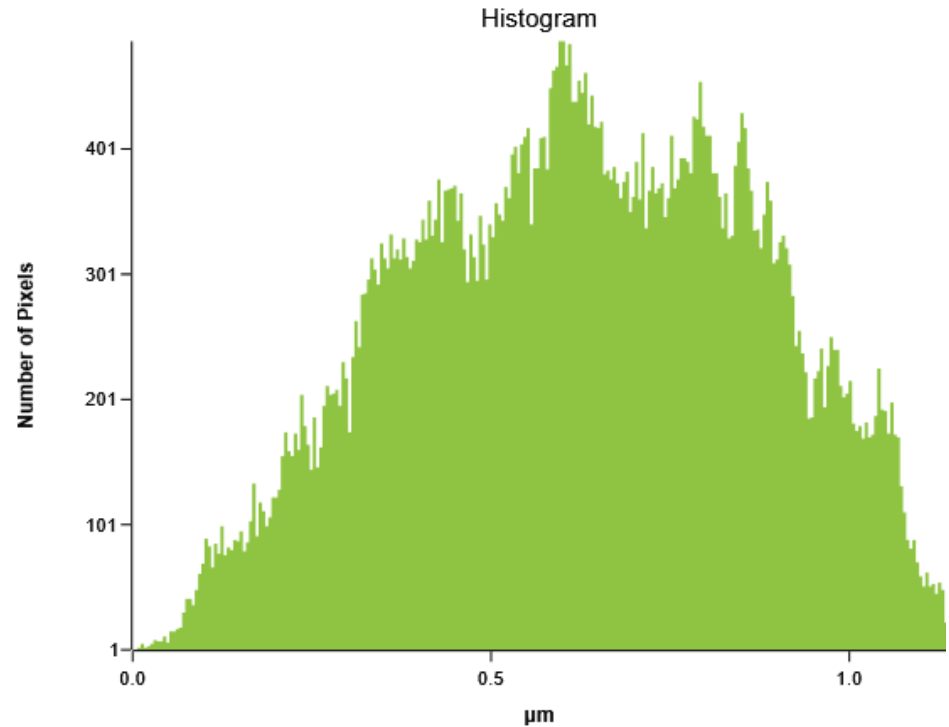


## ROUGHNESS

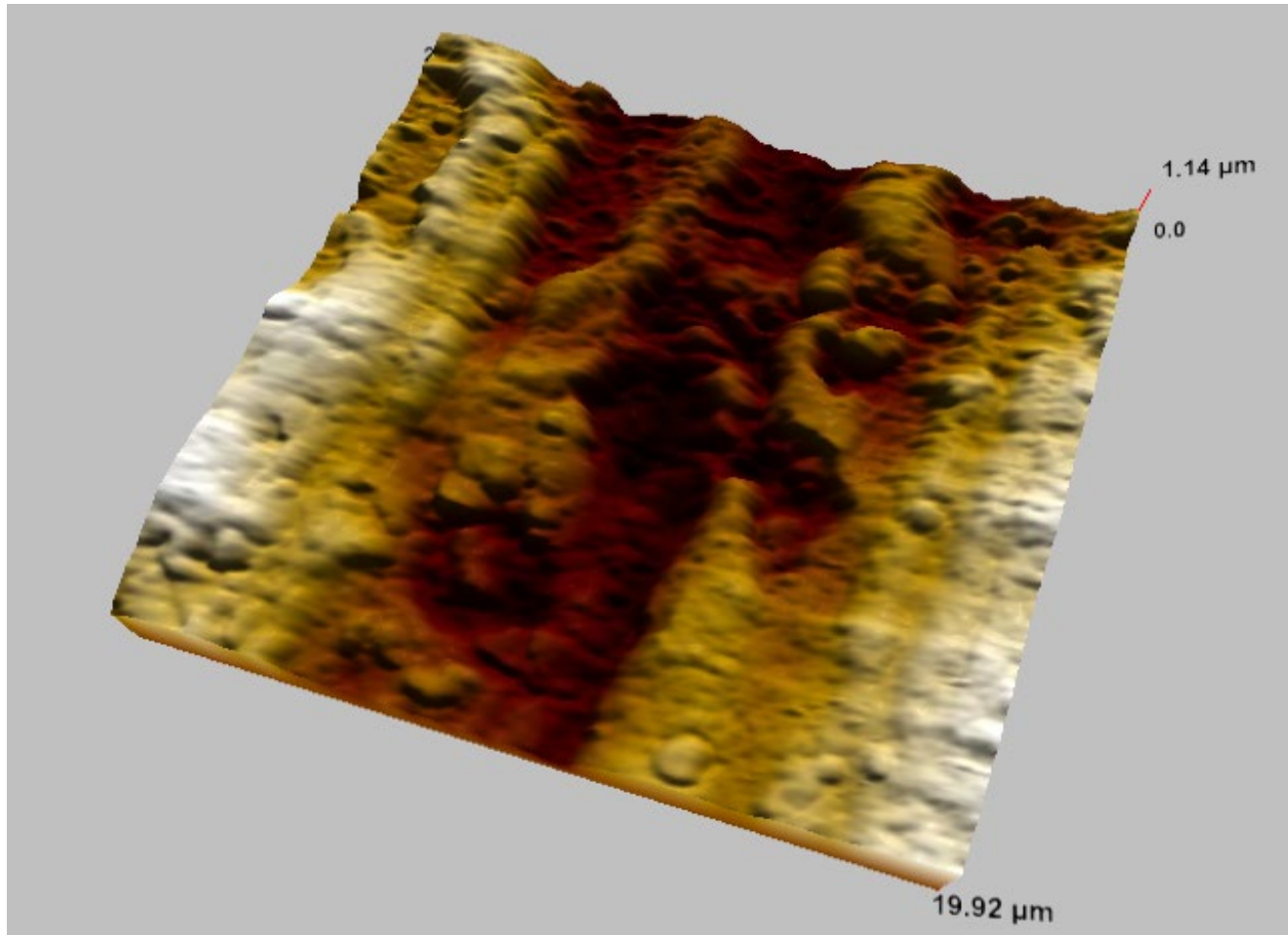
## HISTOGRAM

### Roughness Parameters

Coefficient	Value
Average (Ra)	0.20 $\mu\text{m}$
Root Mean Square (Rq)	0.24 $\mu\text{m}$
Skewness (Rsk)	-0.099
Kurtosis (Rku)	2.222
Maximum (Rp)	1.14 $\mu\text{m}$
Minimum (Rv)	0.00 $\mu\text{m}$
Peak To Peak (Rt)	1.14 $\mu\text{m}$
Ten Point Height (Rz)	1.13 $\mu\text{m}$

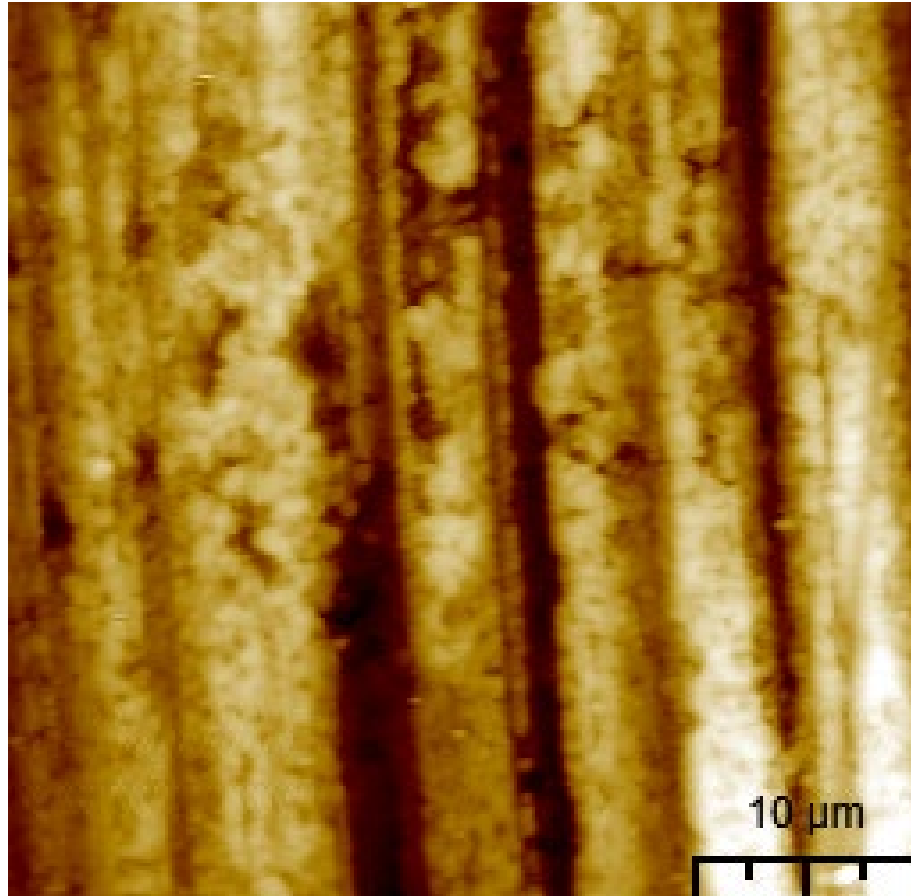


## 3D VIEW

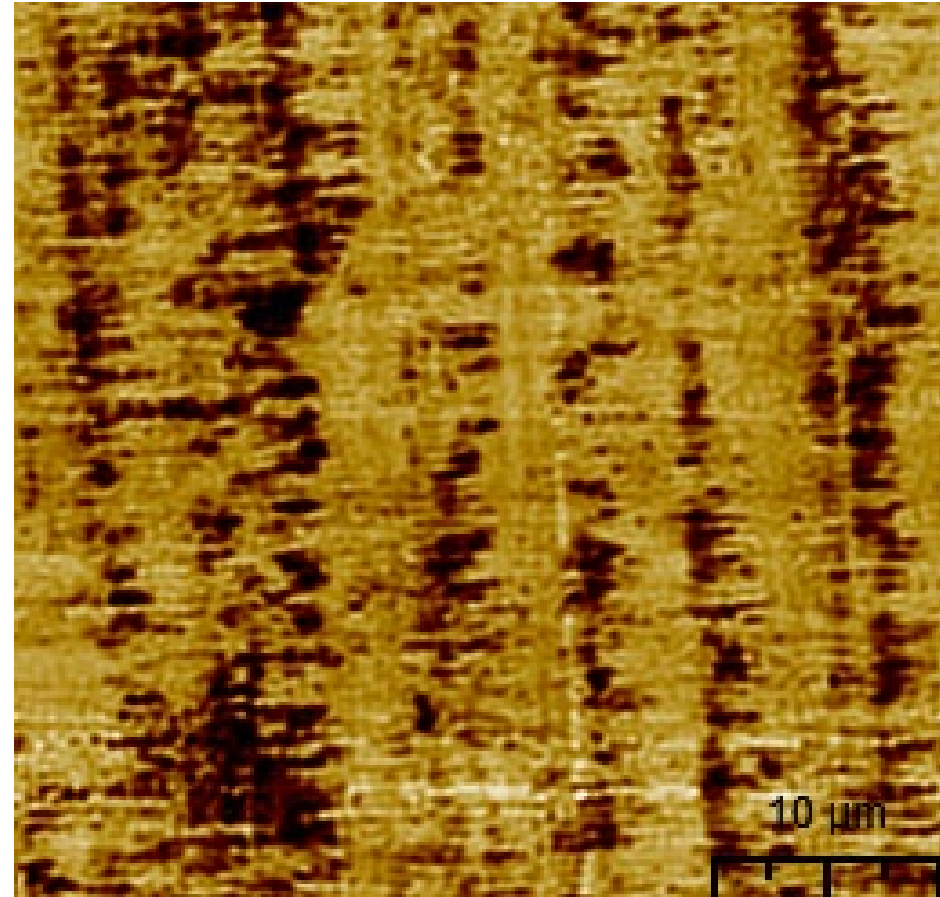


## Aşındırılmamış Bölge - 40x40 $\mu$ m

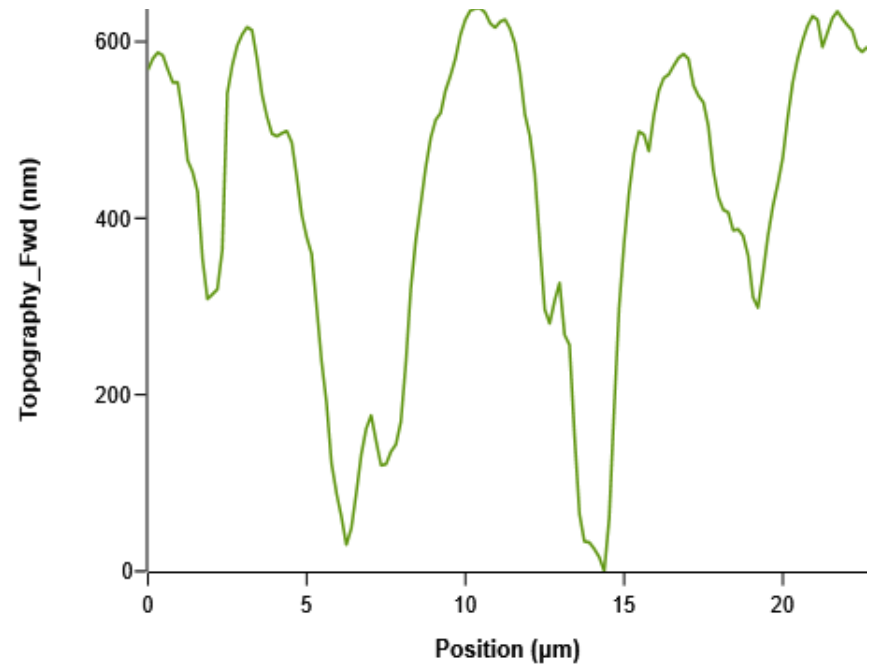
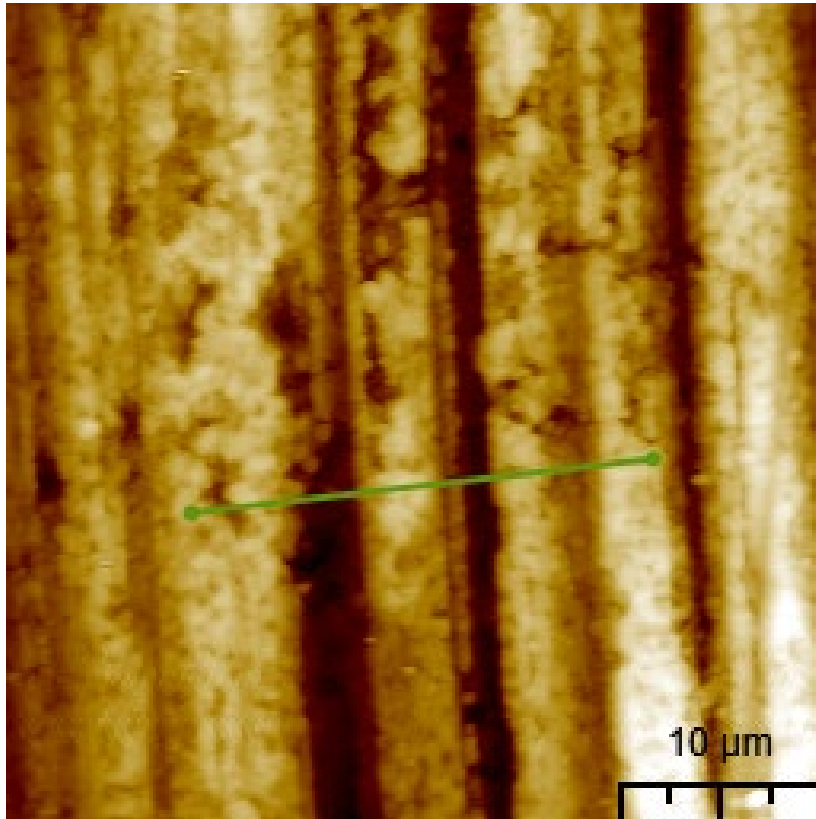
TOPOGRAPHY



PHASE



## CROSS-SECTION ANALYSIS



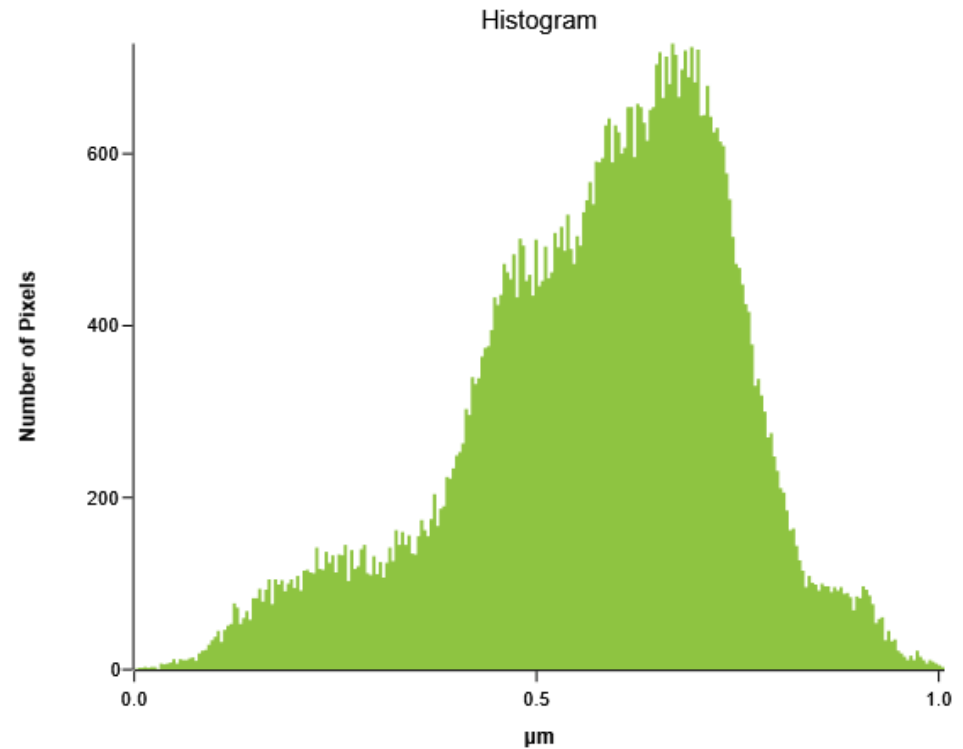


## ROUGHNESS

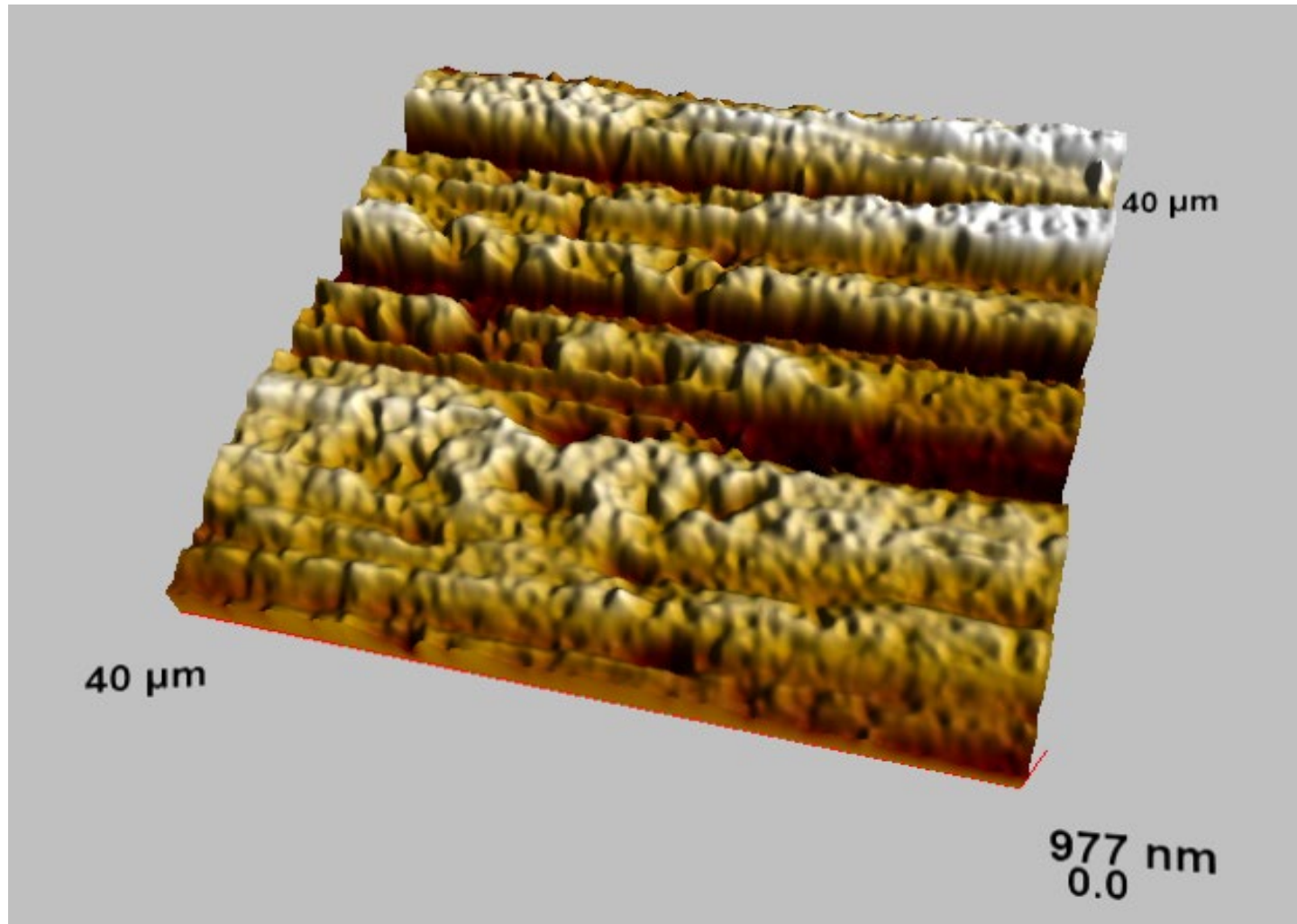
### Roughness Parameters

Coefficient	Value
Average (Ra)	134.16 nm
Root Mean Square (Rq)	168.87 nm
Skewness (Rsk)	-0.579
Kurtosis (Rku)	3.134
Maximum (Rp)	1010.84
Minimum (Rv)	0.00
Peak To Peak (Rt)	1010.84
Ten Point Height (Rz)	996.42

## HISTOGRAM

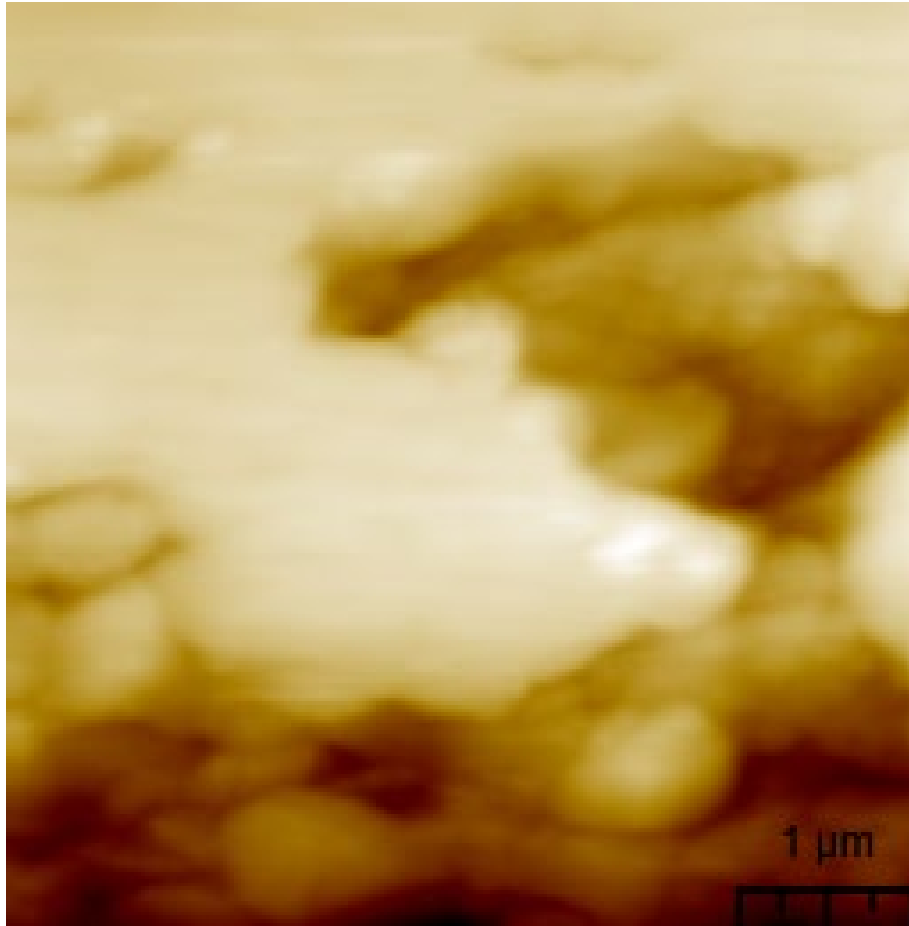


## 3D VIEW

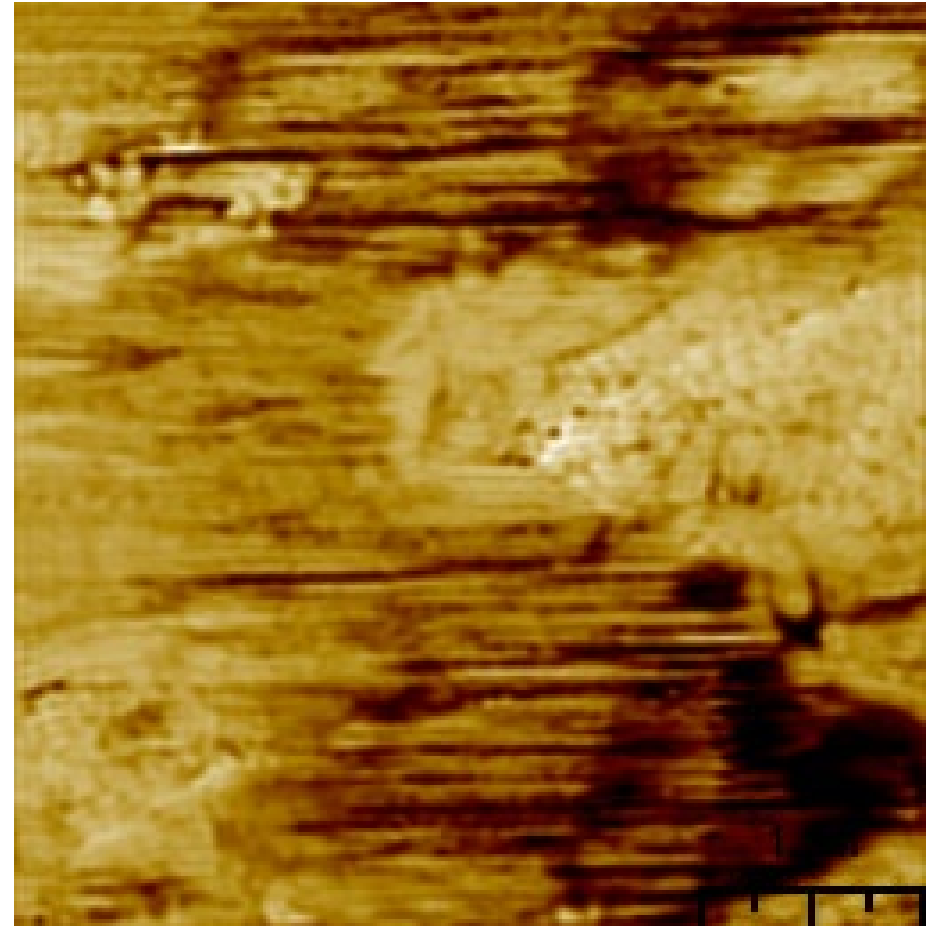


## Az Aşınmış Bölge - 5x5 $\mu\text{m}$

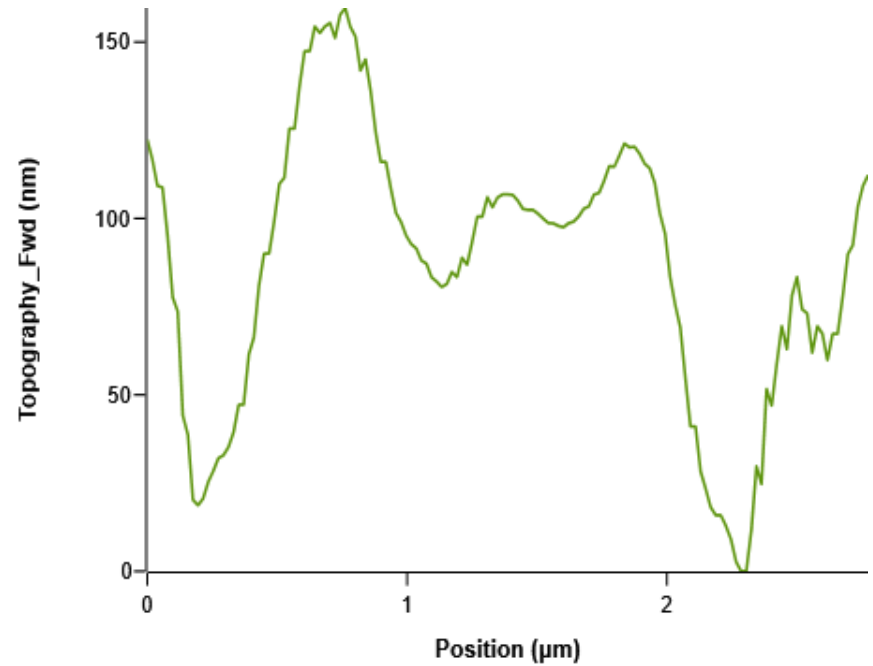
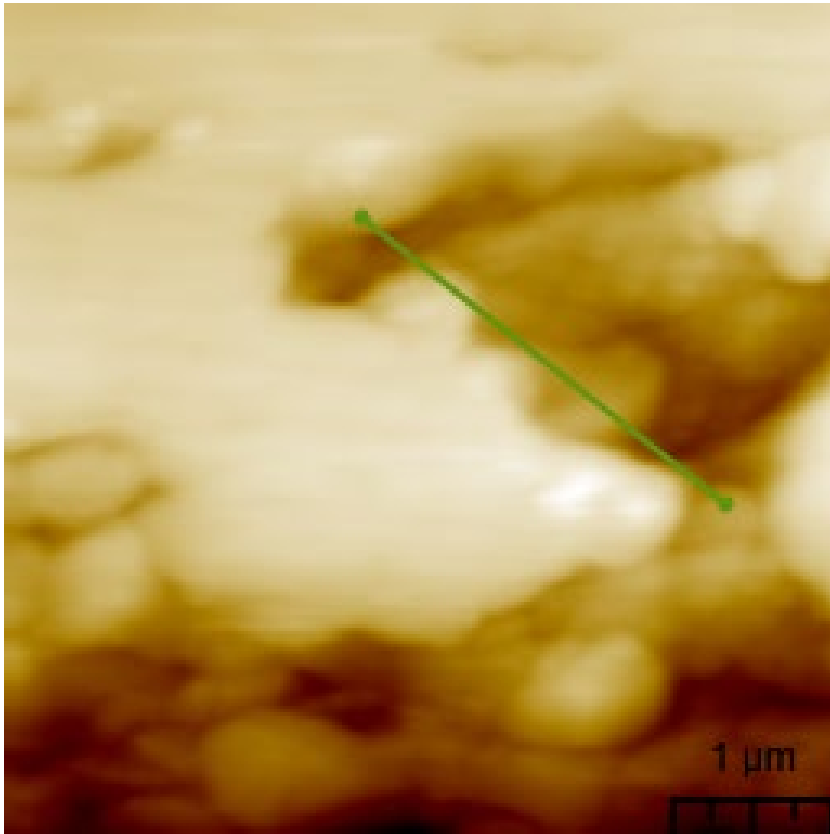
TOPOGRAPHY



PHASE



## CROSS-SECTION ANALYSIS

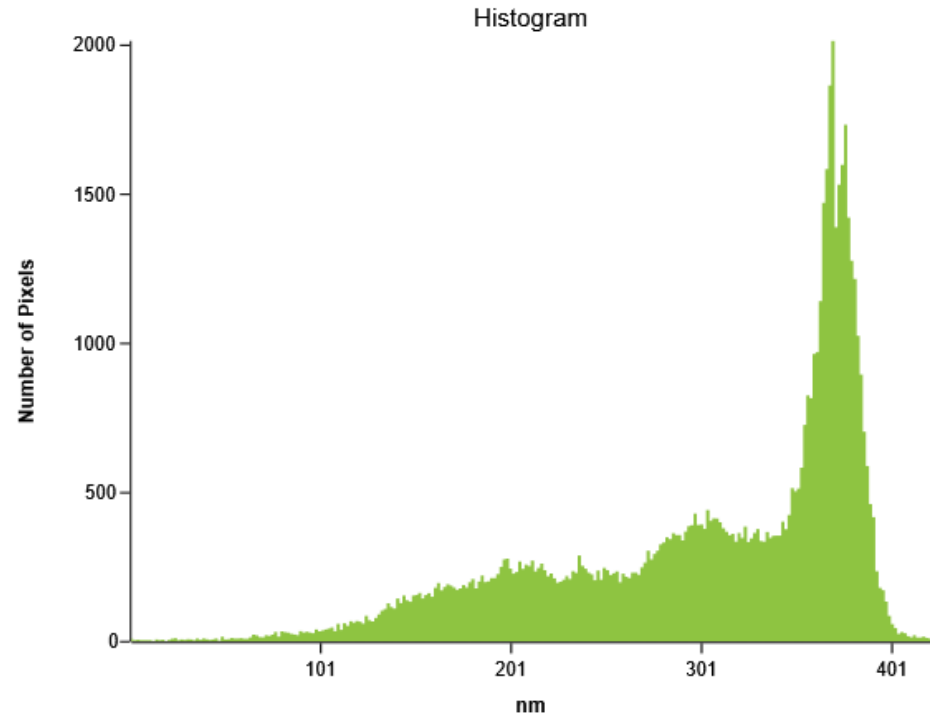


## ROUGHNESS

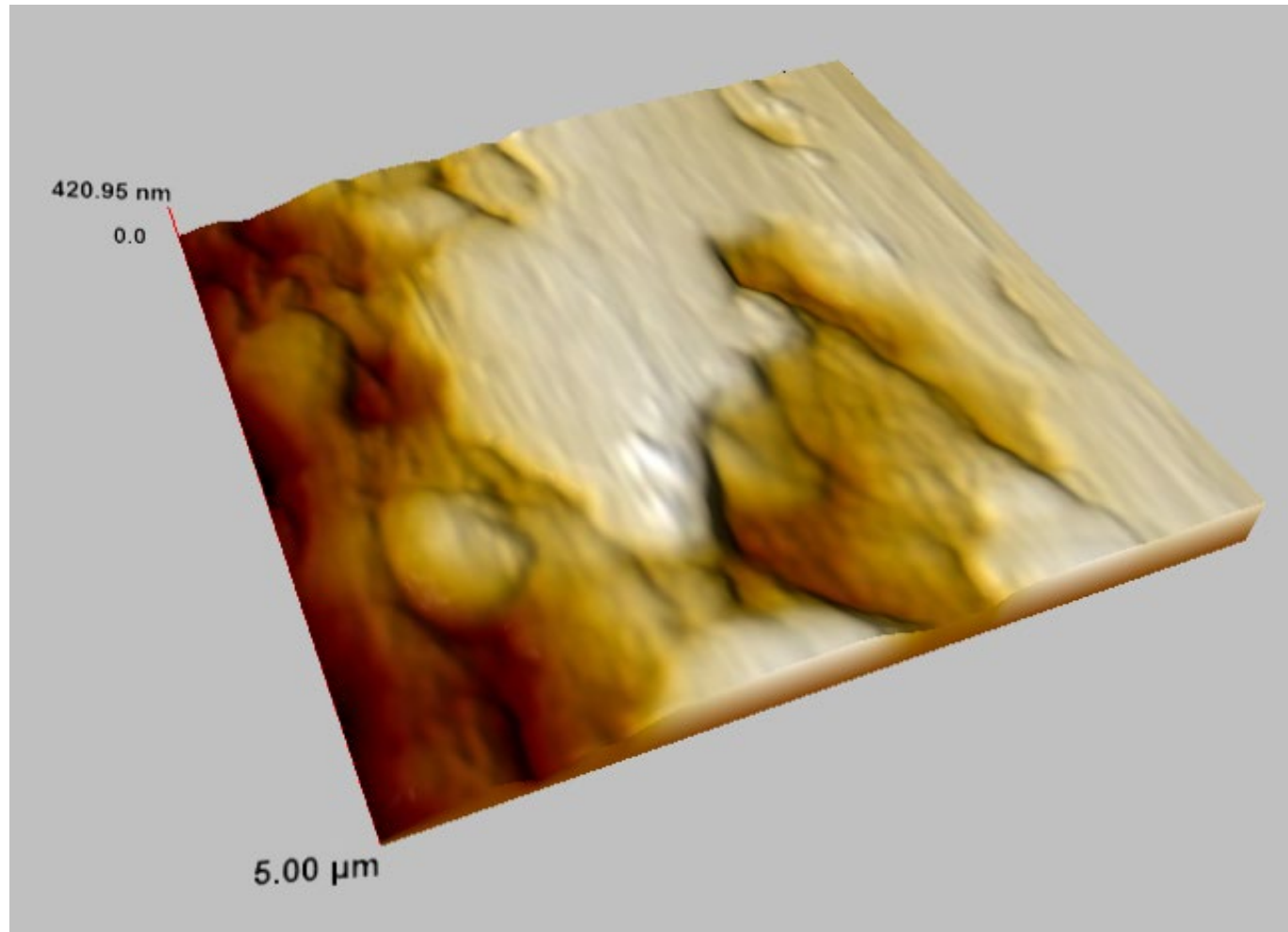
## HISTOGRAM

### Roughness Parameters

Coefficient	Value
Average (Ra)	66.12 nm
Root Mean Square (Rq)	78.95 nm
Skewness (Rsk)	-0.944
Kurtosis (Rku)	2.914
Maximum (Rp)	420.95 nm
Minimum (Rv)	0.00 nm
Peak To Peak (Rt)	420.95 nm
Ten Point Height (Rz)	420.12 nm

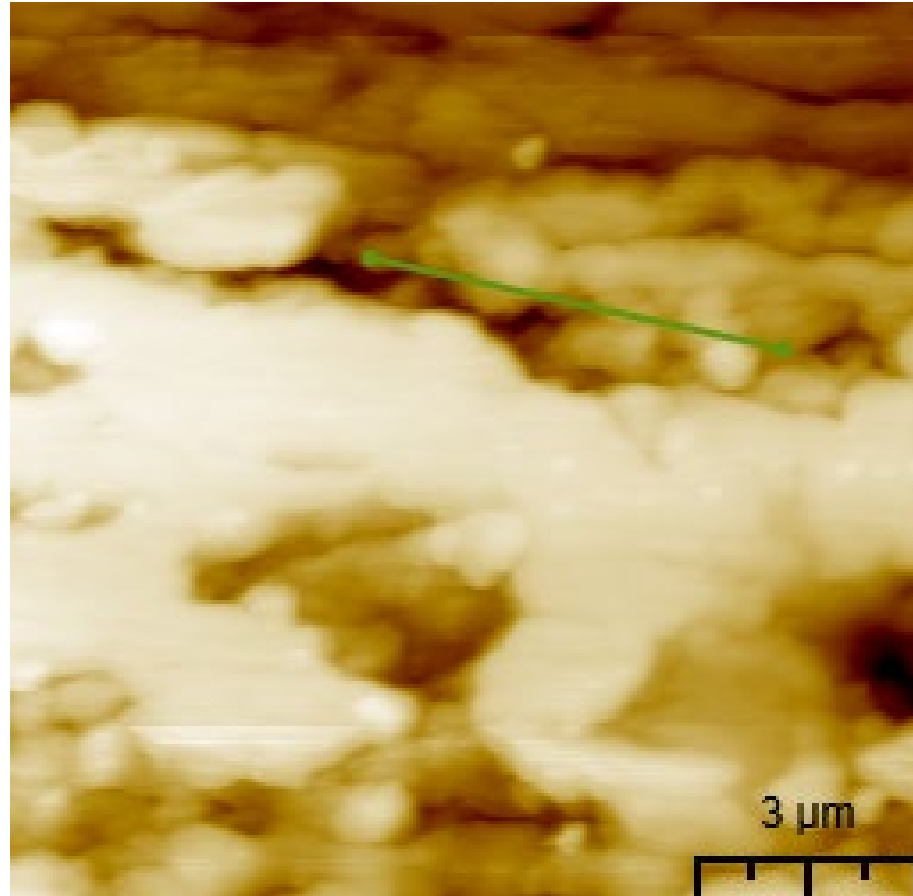


## 3D VIEW

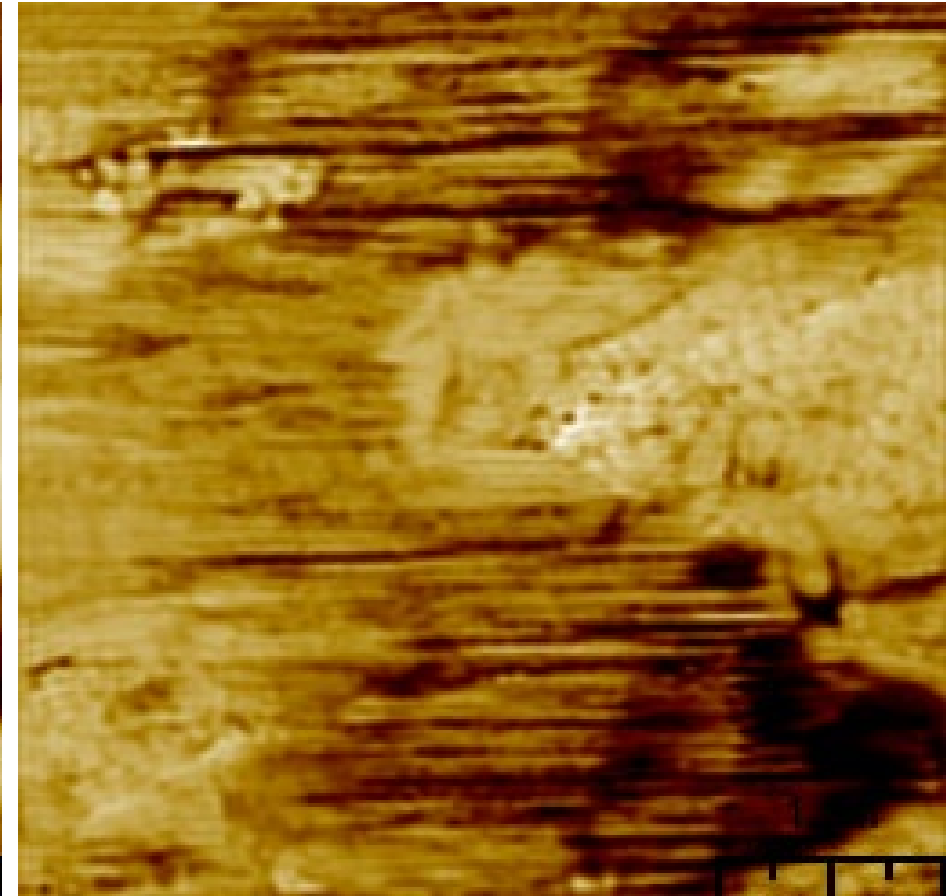


# Az Aşınmış Bölge - 10x10 µm

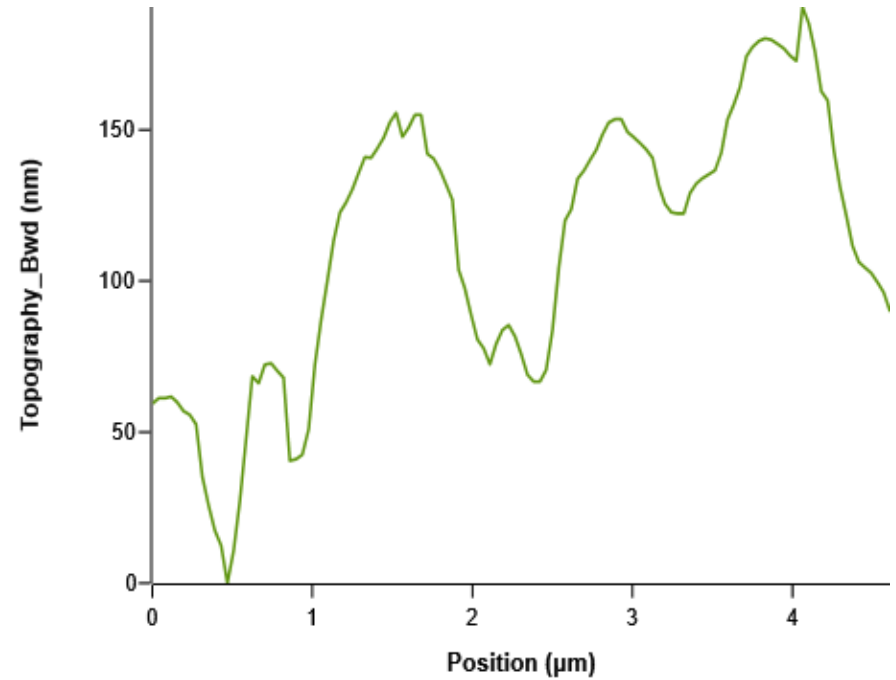
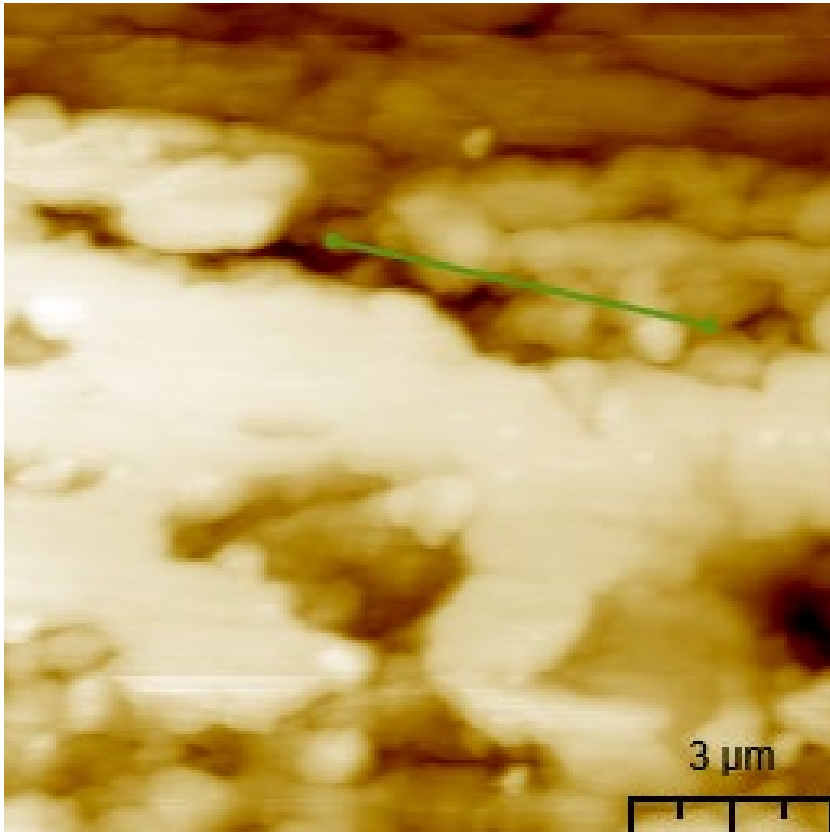
TOPOGRAPHY



PHASE



## CROSS-SECTION ANALYSIS





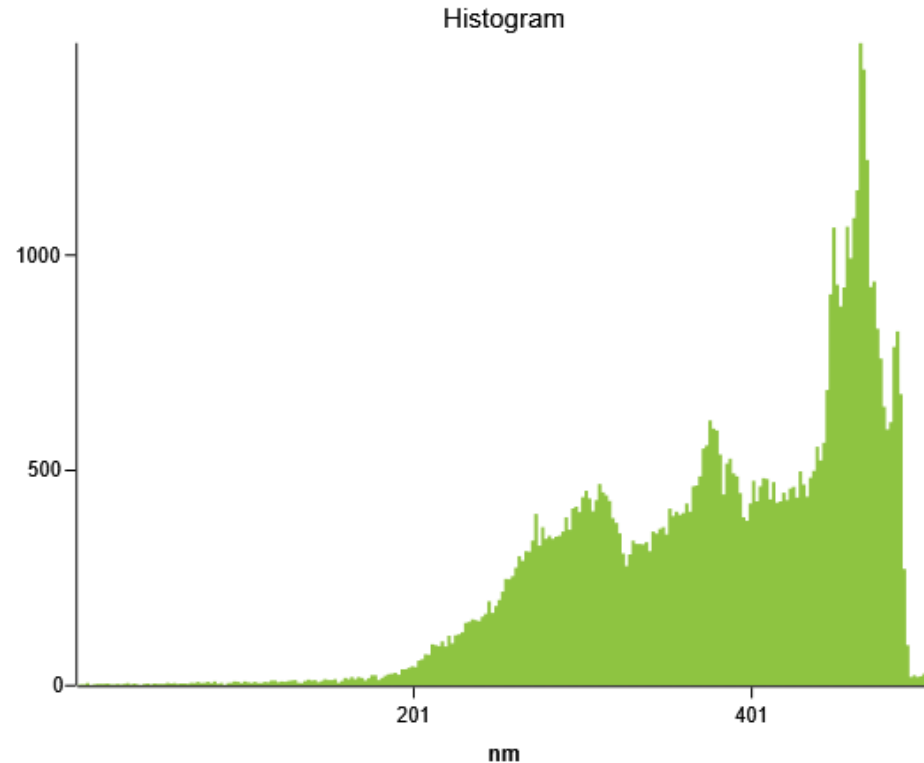
## ROUGHNESS

## HISTOGRAM

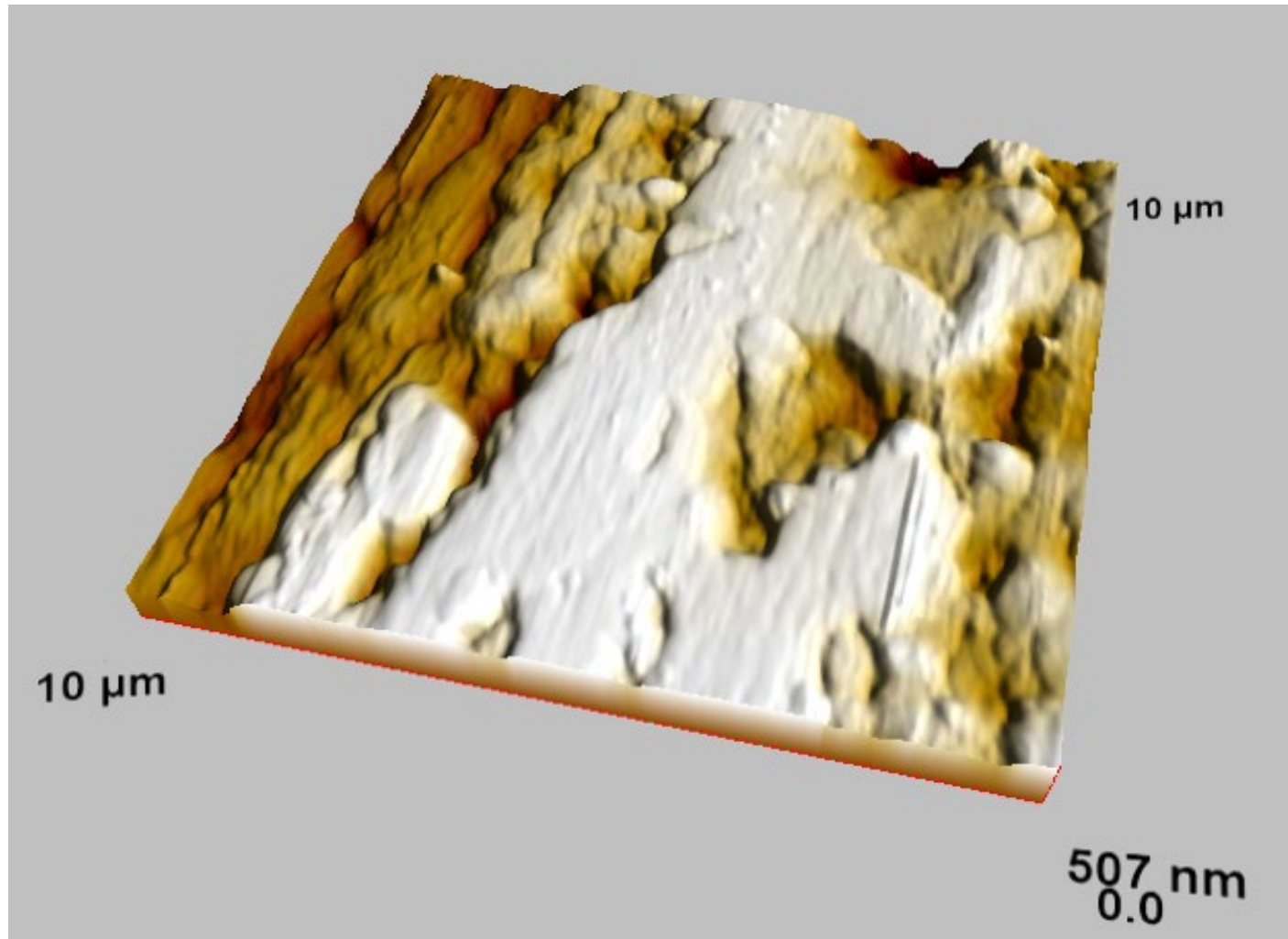
### Roughness Parameters

Coefficient	Value
Average (Ra)	68.01 nm
Root Mean Square (Rq)	80.39 nm
Skewness (Rsk)	-0.675
Kurtosis (Rku)	2.820
Maximum (Rp)	507.10
Minimum (Rv)	0.00
Peak To Peak (Rt)	507.10
Ten Point Height (Rz)	502.71

Number of Pixels

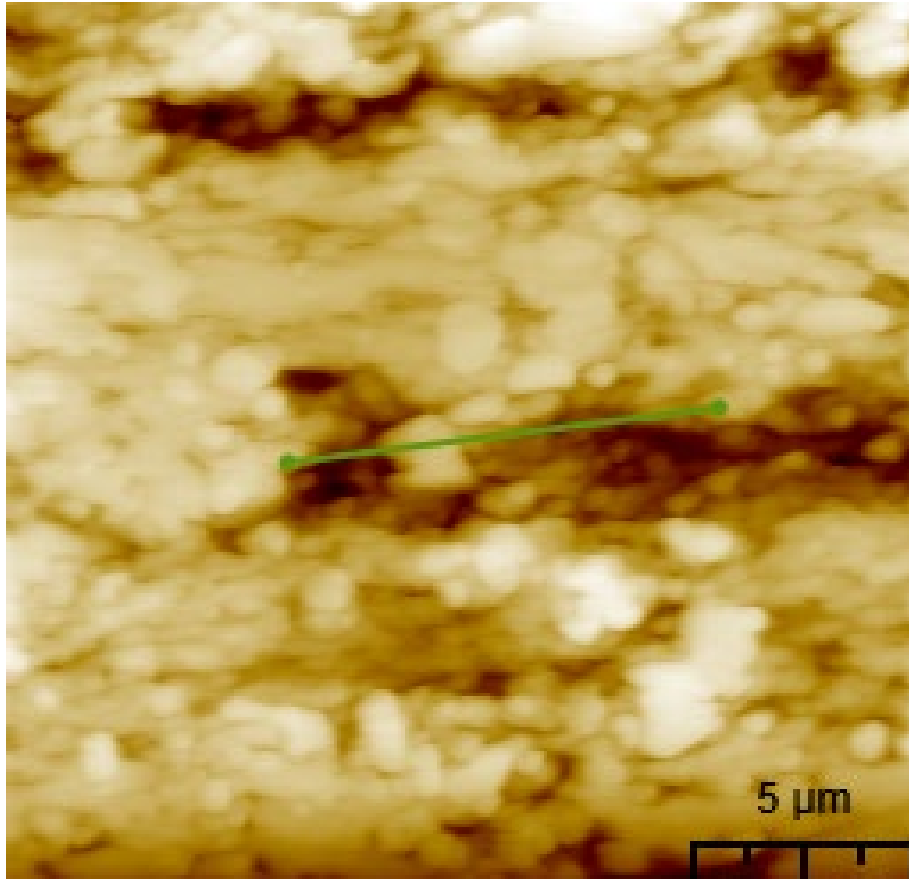


## 3D VIEW

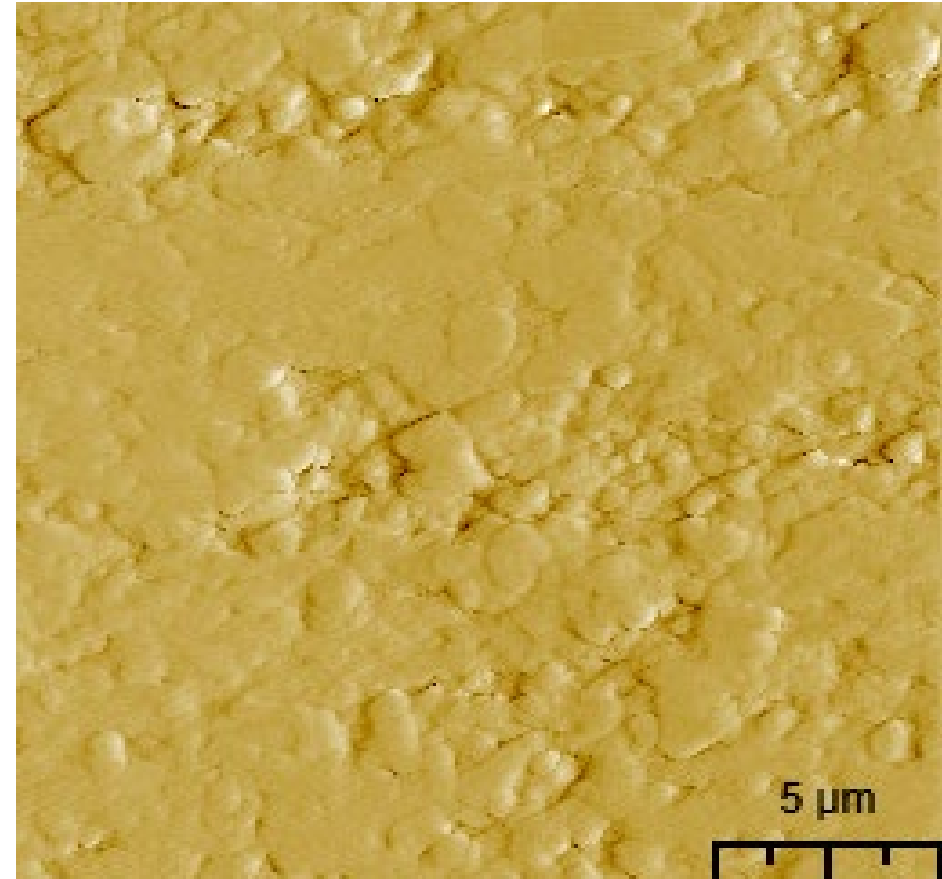


## Az Aşınmış Bölge - 20x20µm

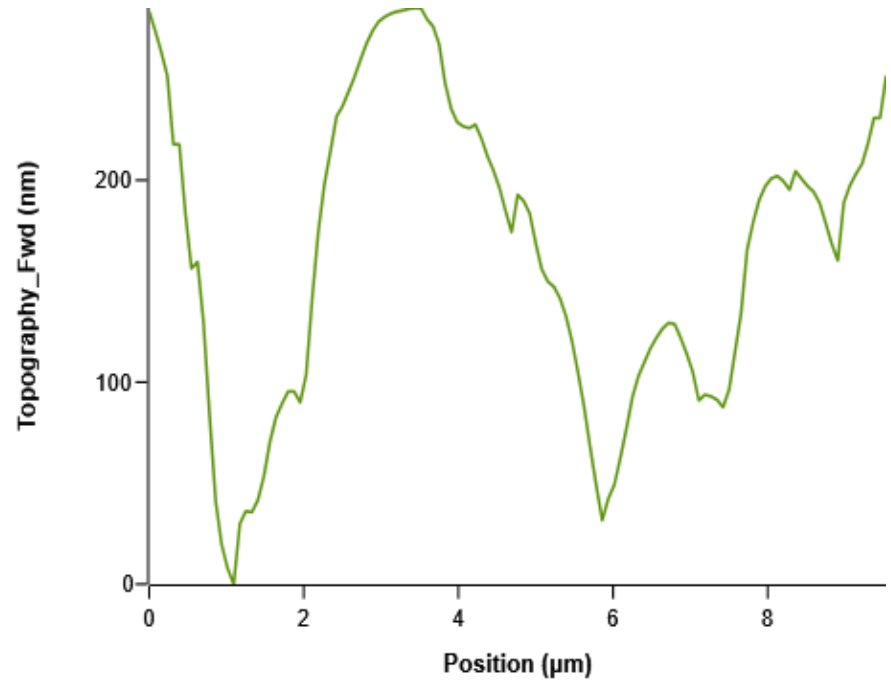
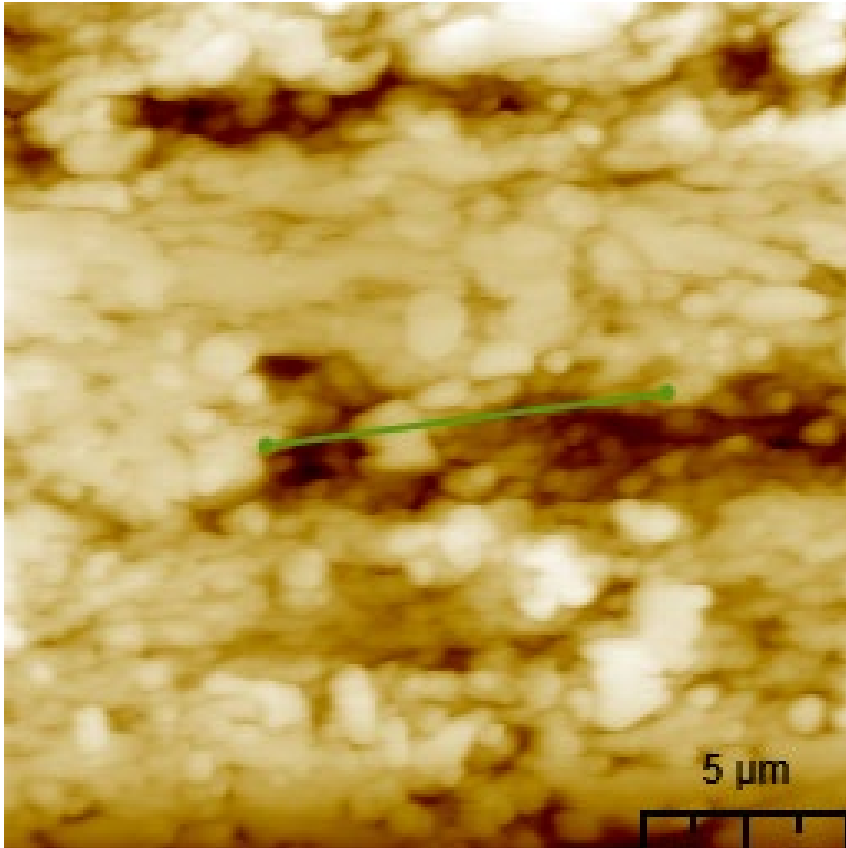
TOPOGRAPHY



PHASE



## CROSS-SECTION ANALYSIS



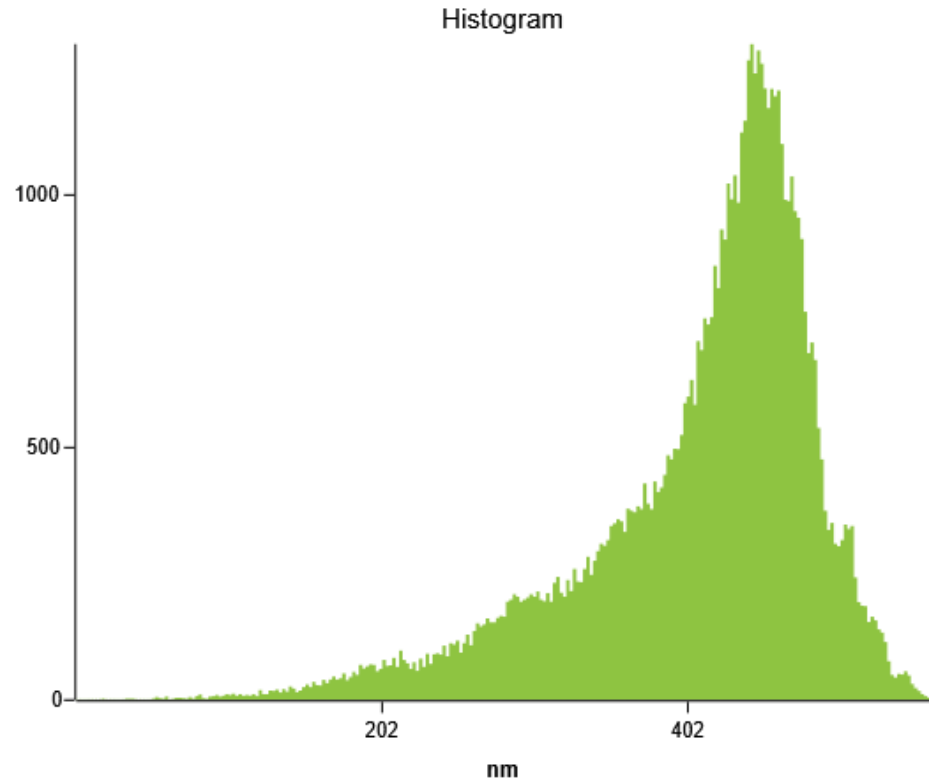
## ROUGHNESS

## HISTOGRAM

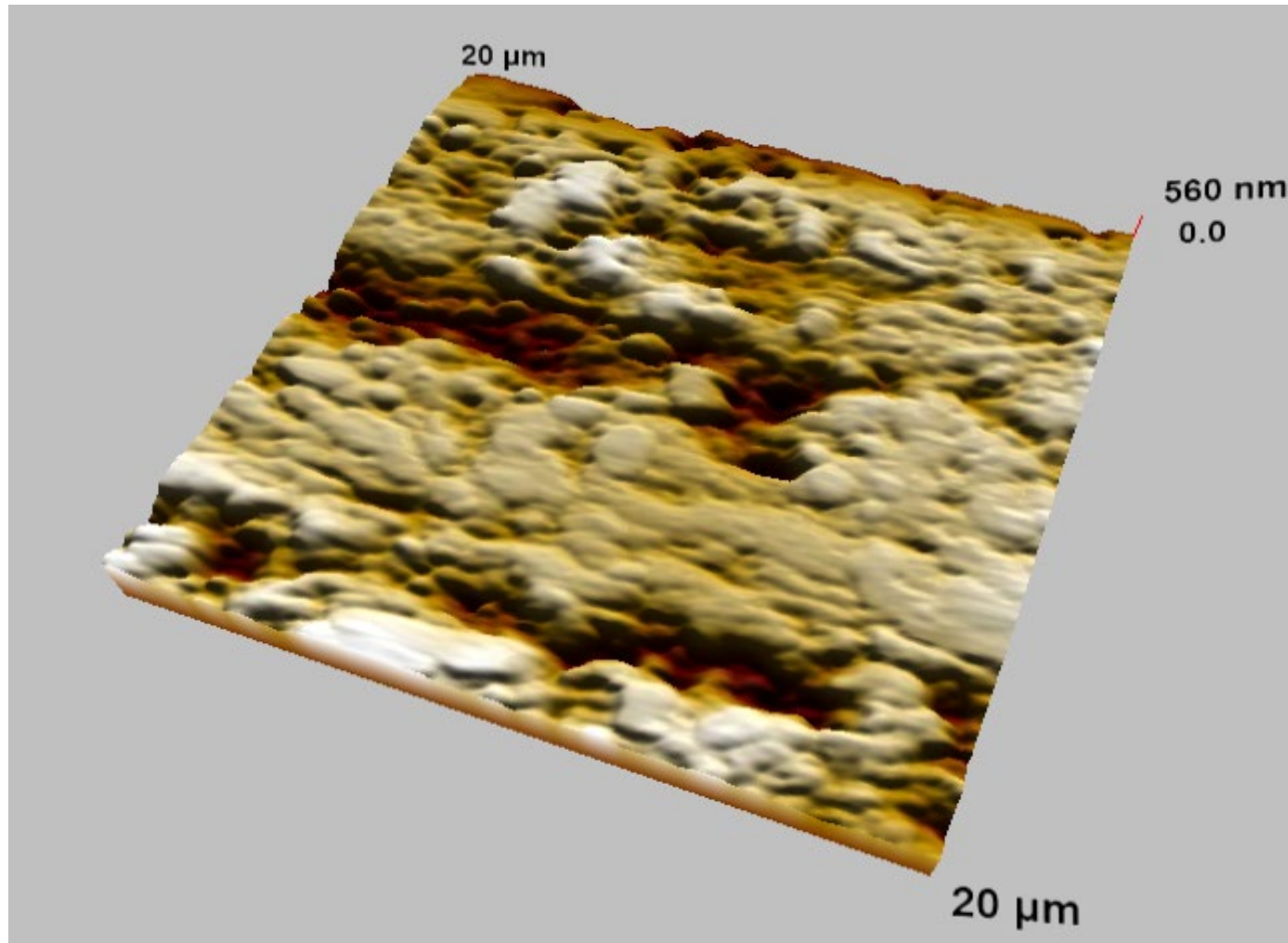
### Roughness Parameters

Coefficient	Value
Average (Ra)	59.10 nm
Root Mean Square (Rq)	77.03 nm
Skewness (Rsk)	-1.225
Kurtosis (Rku)	4.488
Maximum (Rp)	559.66
Minimum (Rv)	0.00
Peak To Peak (Rt)	559.66
Ten Point Height (Rz)	533.32

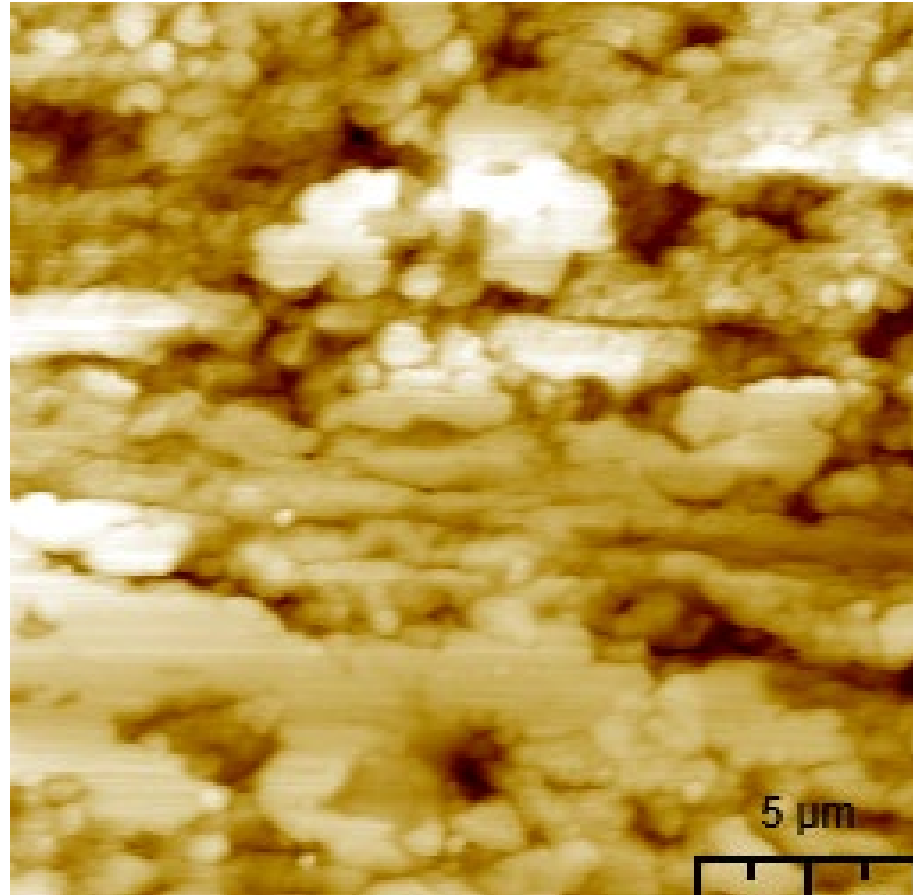
Number of Pixels



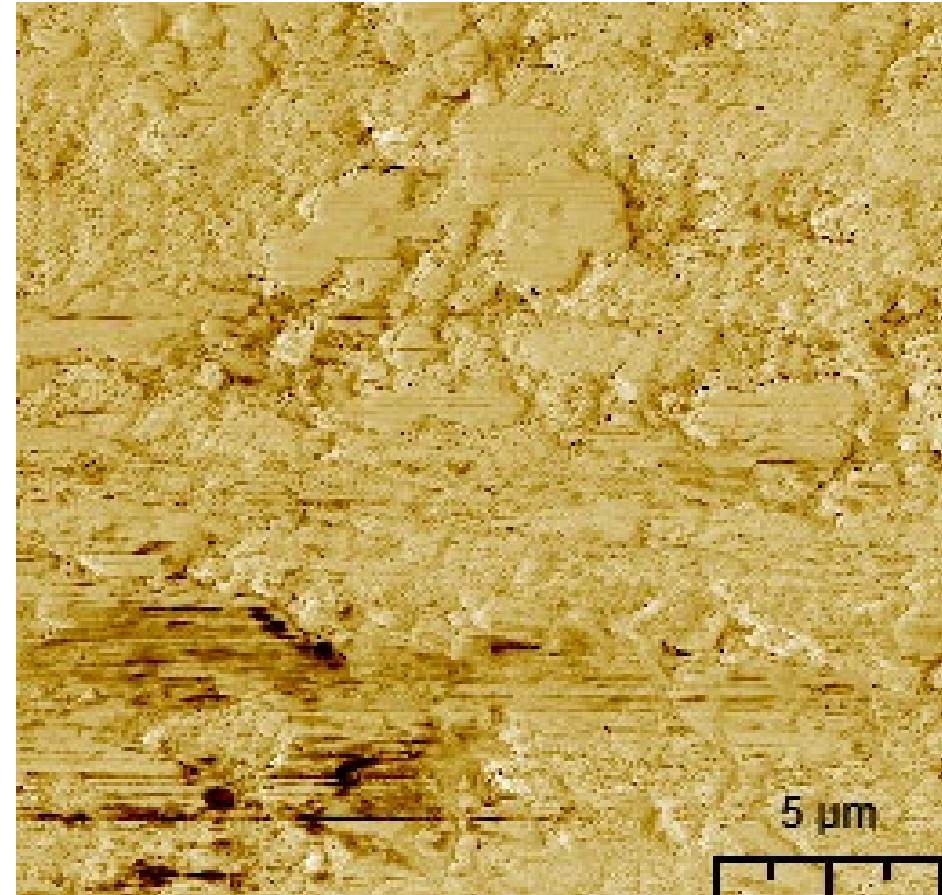
## 3D VIEW



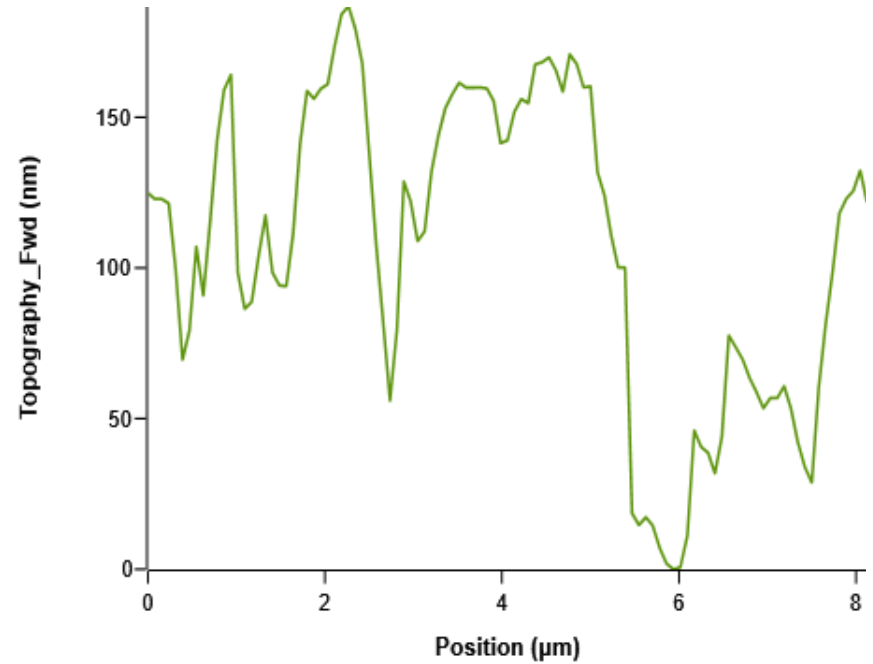
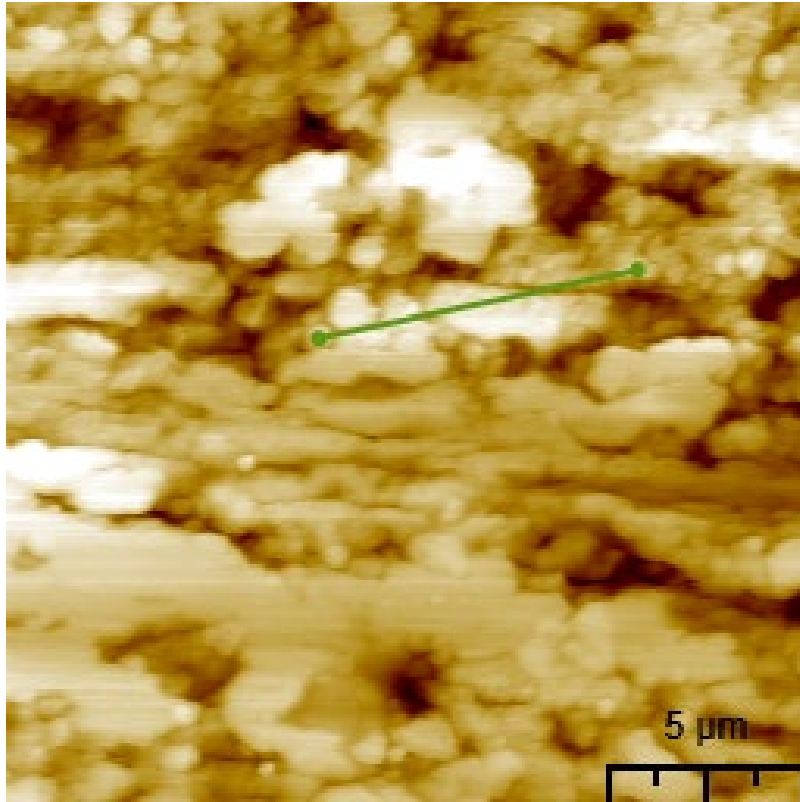
TOPOGRAPHY



PHASE



## CROSS-SECTION ANALYSIS



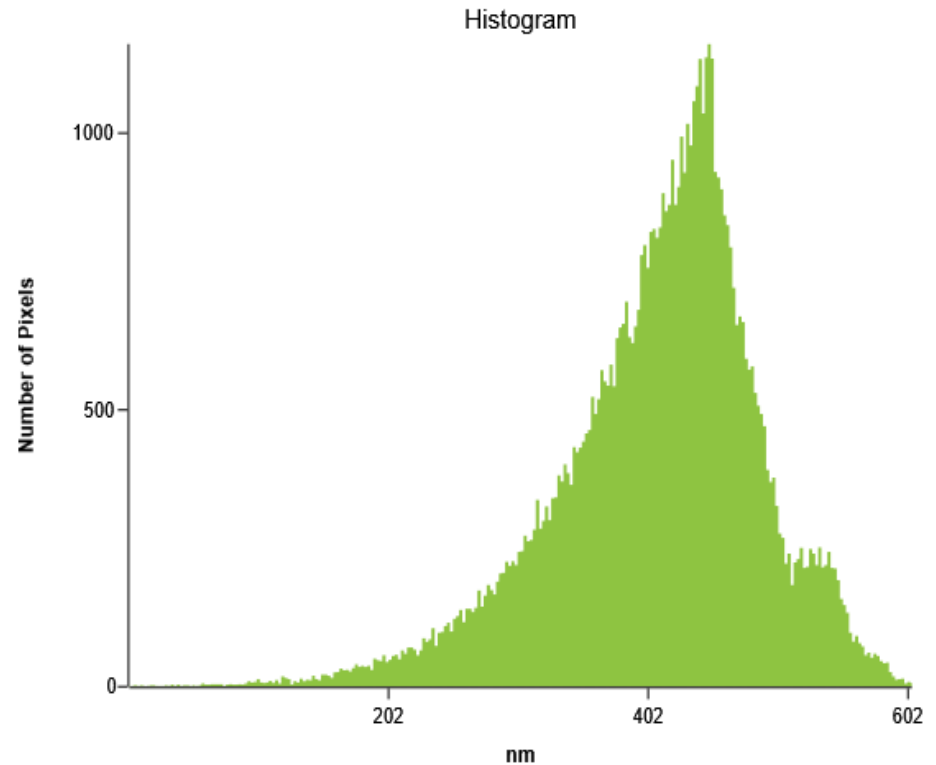


## ROUGHNESS

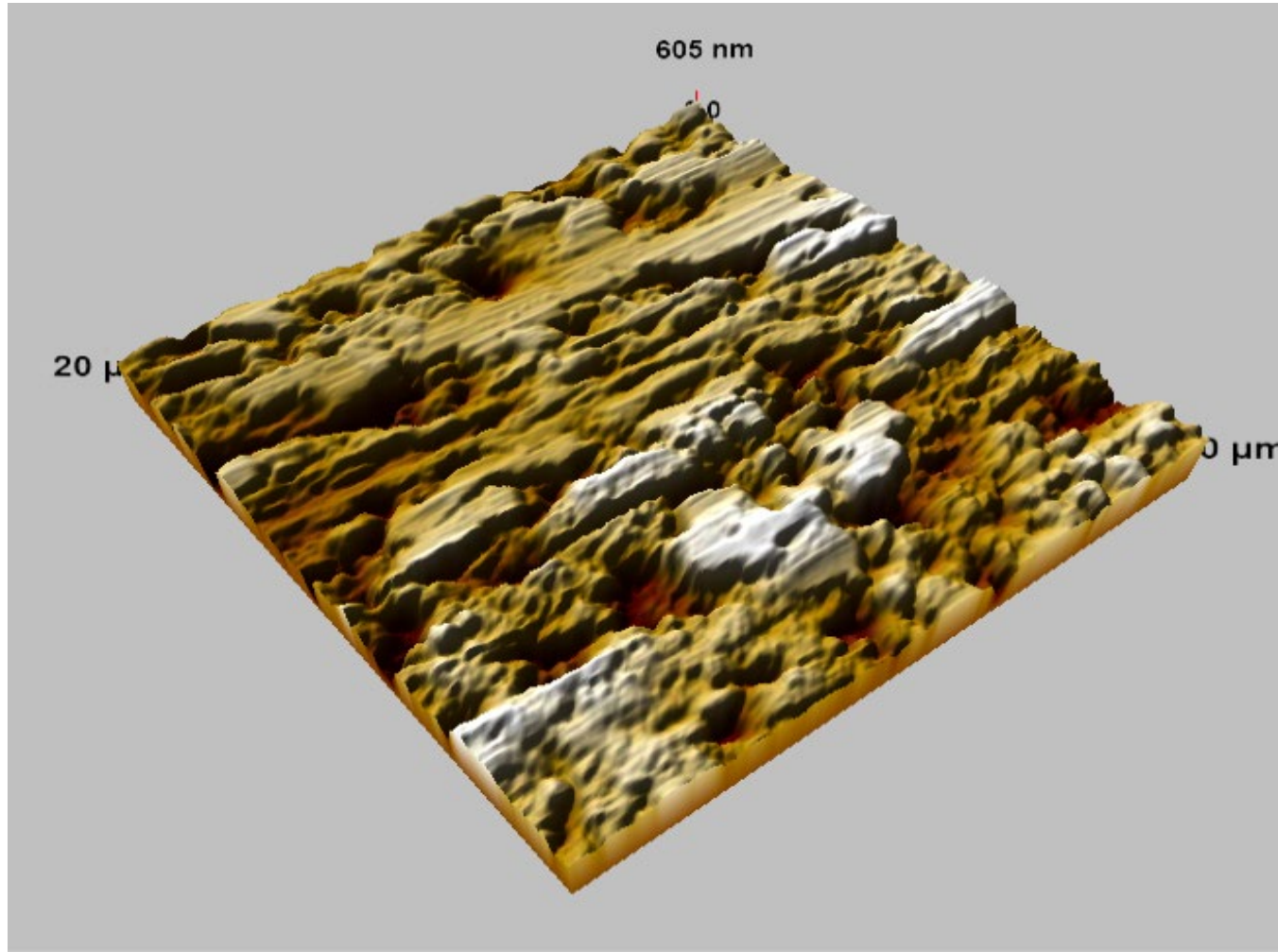
## HISTOGRAM

### Roughness Parameters

Coefficient	Value
Average (Ra)	60.06 nm
Root Mean Square (Rq)	77.94 nm
Skewness (Rsk)	-0.696
Kurtosis (Rku)	3.918
Maximum (Rp)	605.03
Minimum (Rv)	0.00
Peak To Peak (Rt)	605.03
Ten Point Height (Rz)	593.22

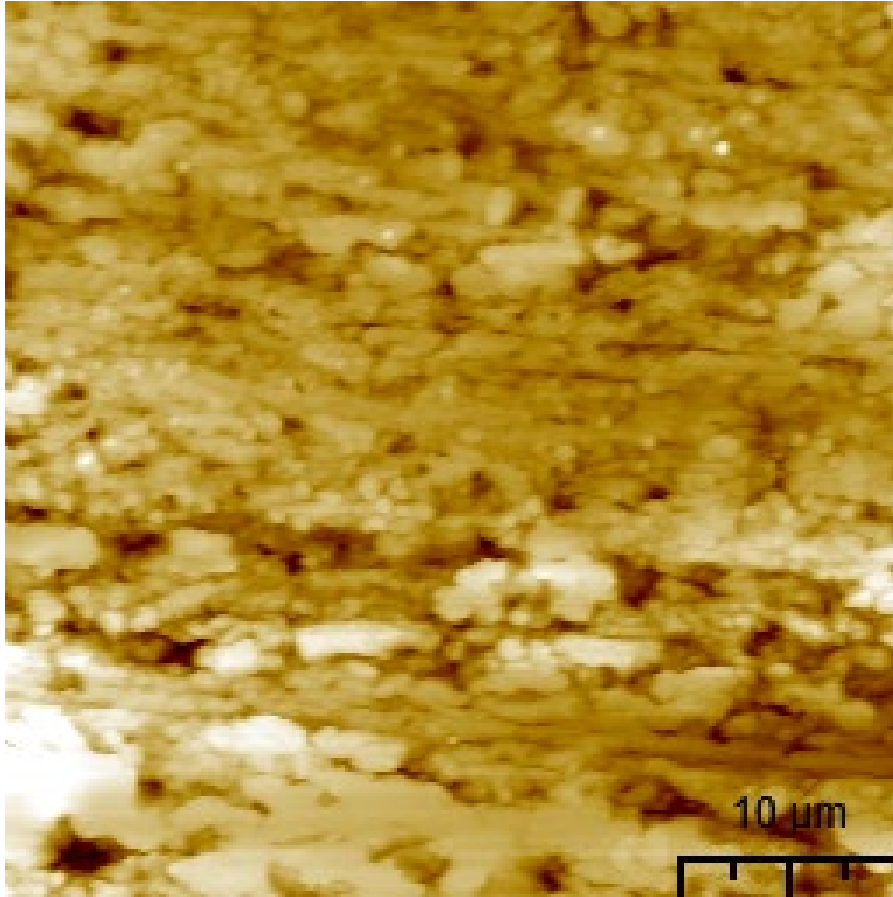


## 3D VIEW

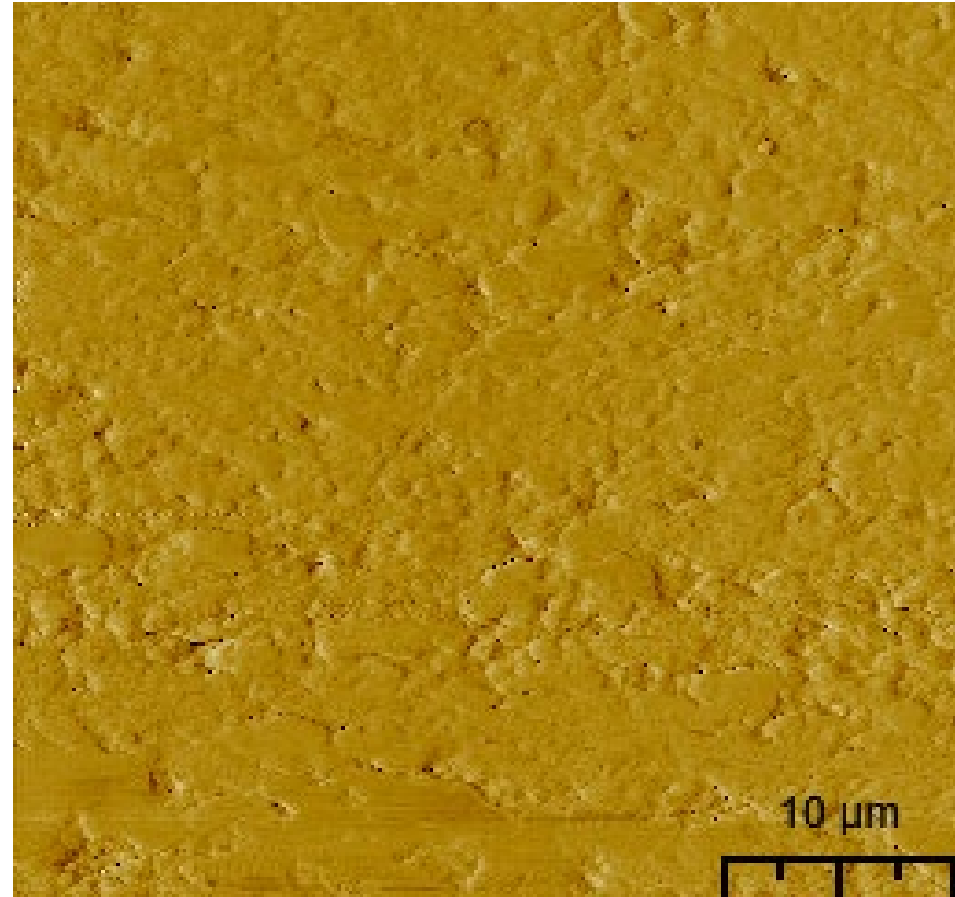


## Az Aşınmış Bölge - 40x40µm

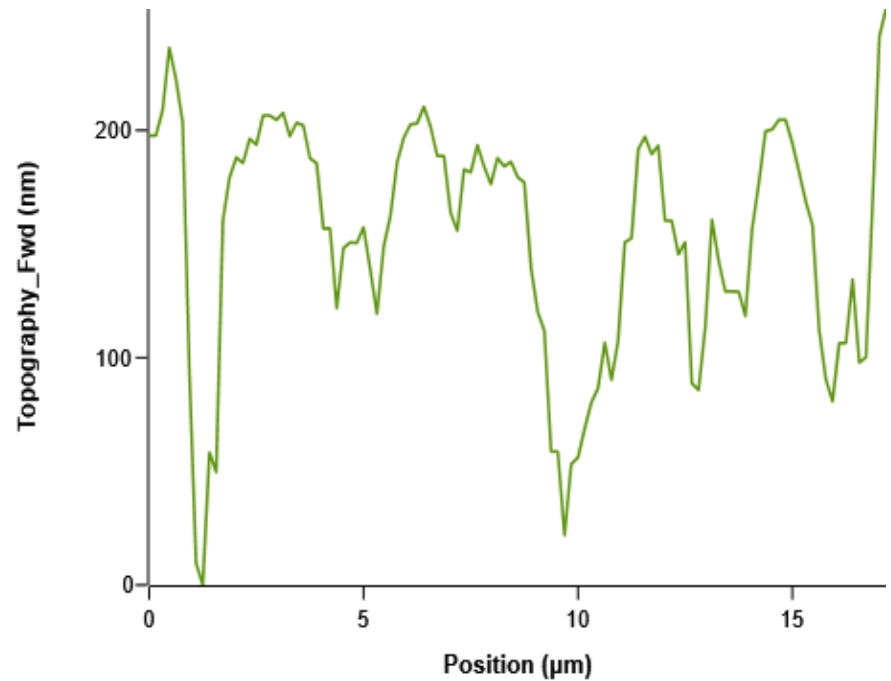
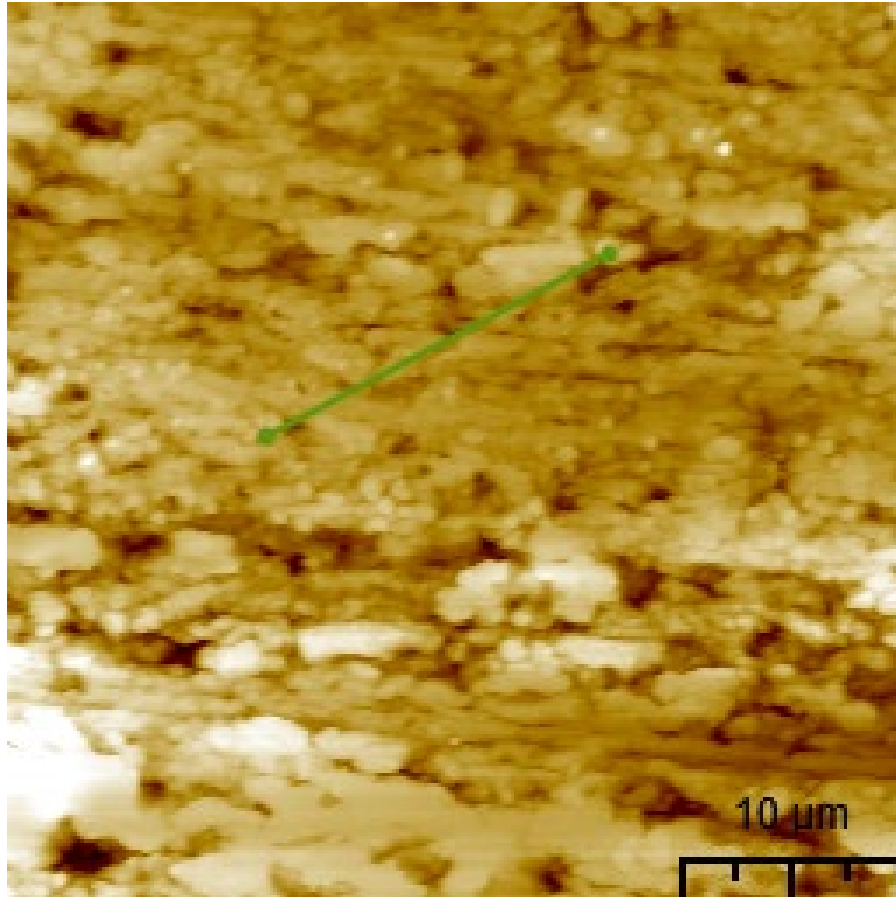
TOPOGRAPHY



PHASE



## CROSS-SECTION ANALYSIS

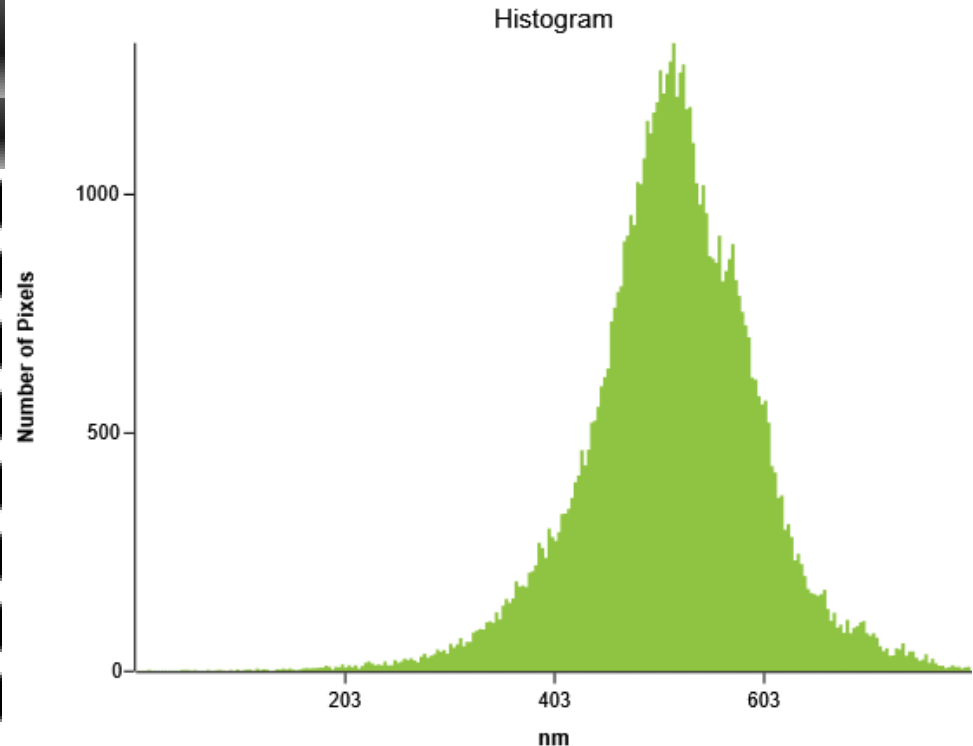


## ROUGHNESS

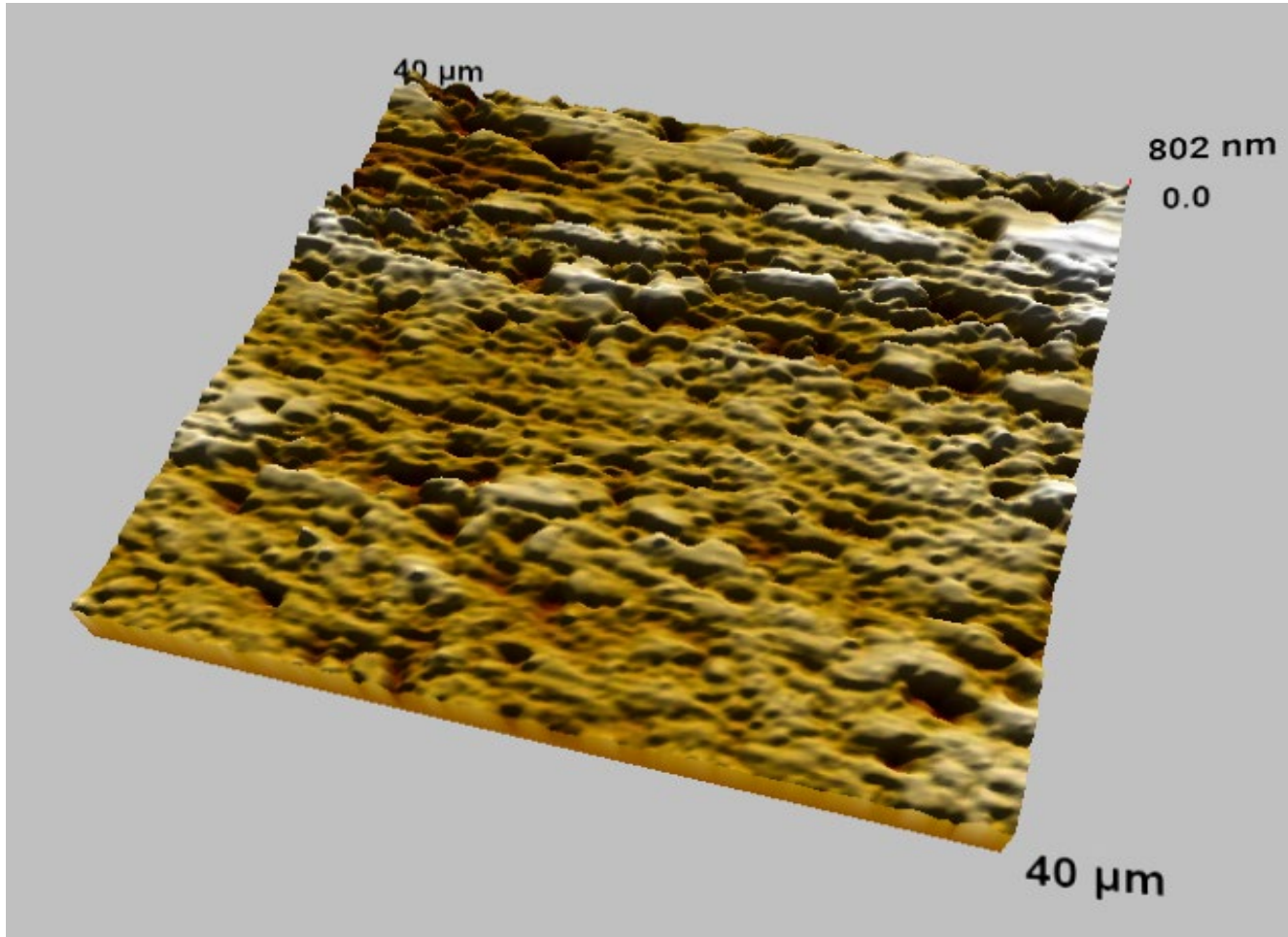
## HISTOGRAM

### Roughness Parameters

Coefficient	Value
Average (Ra)	61.19 nm
Root Mean Square (Rq)	81.30 nm
Skewness (Rsk)	-0.297
Kurtosis (Rku)	4.351
Maximum (Rp)	801.60
Minimum (Rv)	0.00
Peak To Peak (Rt)	801.60
Ten Point Height (Rz)	766.47



## 3D VIEW





# NANOMAGNETICS INSTRUMENTS

Model	ezAFM
Mode	Dynamic
Resolution	256x256
Software	ezAFM v.3.29
Cantilever	PPP-NCLR
Oscillation amplitude	1.5 V <sub>RMS</sub>
Free oscillation amplitude	3 V <sub>RMS</sub>



# NANOMANYETİK BİLİMSEL CİHAZLAR

# ezAFM ile Rulman Bilezik ve Masurası'nın CAY-E ilave edilmemiş ve ilave edilmiş aynı yağla yapılan testlerin İnceleme Raporu



13/08/2015



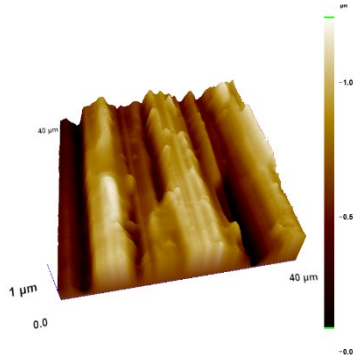
# Nanomanyetik ezAFM cihazı ile Rulman masurası İnceleme Raporu

1. İşlem görmemiş yüzeydeki dikey çizgiler üzerinde alınan yanal kesit grafiklerinde ~70nm kadar girinti çıkıntılar gözlemlenmiştir
2. Yüzey yağ uygulanarak aşındırıldığında dikey çizgiler üzerinde alınan yanal kesit grafiklerinde girinti çıkıntılarının ~90nm'ye yükseldiği gözlemlenmiştir. Yüzeyde gerçekleşen adhezyon aşınmasının pürüzlülüğü artırdığı düşünülmektedir. Birbirine temas eden cisimlerin gerçek temas yüzeyleri aslında çok çok küçük olduğundan çok küçük yüklerde dahi yüksek [basınc](#) altındadırlar. Bu durumda malzemeler [plastik deformasyona](#) uğrayarak birbirine gerçek temas yüzeylerinden mikro [kaynak](#) ile bağlanırlar. Bu sırada iki cisim arasında devam eden izafi hareket sonucu kaynak bağı kopar ve sonuçta cismin birinden malzeme eksilmesi oluşur[1].
3. CAY-E uygulanmış yağ ortamında dikey çizgiler üzerinde alınan yanal kesit grafiklerinde girinti çıkıntılarının ~6nm'ye kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Yağlayıcı yağa CAY-E eklendiğinde Adhezyon (yapışma) aşınmasının durduğu gözlemlenmiştir.
4. Rulman masurasının işlem görmemiş yüzeyinde ortalama pürüzlülük 10nm, Yüzey yağ uygulanarak aşındırıldığında ortalama pürüzlülük 21nm ve yüzey CAY-E uygulanarak aşındırıldığında ortalama pürüzlülük <2nm olarak ölçülmüştür.
5. ezAFM ile elde edilen topografi görüntüleri incelendiğinde CAY-E'nin yüzeyi cilalanmasında katkıda bulunduğu söylenebilir. Yüzeydeki aşınma ekseninde pürüzlülük CAY-E uygulandıktan sonra %90 oranında azaldığı gözlemlenmiştir. Aşınma eksenindeki yüzey pürüzlülüğü sürtünen yüzeylerin aşınmasına orantılıdır. CAY-E uygulandıktan sonra yüzey pürüzlülüğünün düşmesi aşınmayı yavaşlatmaktadır.
6. Atomik Kuvvet Mikroskobu(AKM) ile alınan sonuçlar incelendiğinde CAY-E'nin pürüzlülüğü doldurma gibi bir etkisinin olmadığı, sadece sürtünme ekseninde pürüzlülüğün <2nm'ye kadar düşmesini sağladığı gözlemlenmiştir.
7. AKM ile yüzeylerde yapışma kuvveti ölçülmüştür. Yapışma kuvveti yüzeyin aşınması ile orantılıdır . İşlem görmemiş yüzeyde yapışma kuvveti 410nN, yağ uygulanmış yüzeyde yapışma kuvveti 770nN ve CAY-E + yağ uygulanmış yüzeyde yapışma kuvveti 153nN olarak ölçülmüştür. CAY-E uygulanmış yüzeyde yapışma kuvvetinin düştüğü gözlemlenmiştir.
8. **AKM ile yapılan sürtünme kuvveti ölçümlerinde CAY-E uygulanmamış yüzey ile CAY-E uygulanmış yüzey arasında 8 kat fark ölçülmüştür. CAY-E uygulanmış yüzeyde sürtünme kuvveti 8 kat daha düşük ölçülmüştür.**

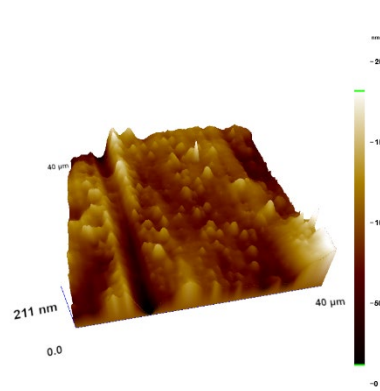
## CAY-E TESTLERİ İLE İLGİLİ YUKARIDAKİ RAPORUN YORUMU:

1. Aşınma testlerinde yüzeyi sertleştirilmiş ve taşlanmış rulman bilezik ve masurası kullanılmış olup yüzey pürüz aralığı 70 nm, derinliği 10 nm civarındır, yani Nanoteknolojik yüzeylidir.
1. Aşınmaların sebebi; Yağ filmi yırtıldığı zamanlarda metal metale sürtünme ısı ile yüzeyler arasında mikro kaynamalar oluşur. Parçaların hareket farkı ile kaynamalar koparak aşınmalar olur.
1. CAY-E ilave edilmemiş yağla yapılan test sonunda ;
  - a. Yüzey pürüz aralığı 70 nm den 90 nm, derinliği 10 nm den 21 nm civarına yükselmiştir.
  - b. Yağ filmi yırtılınca metal metale sürtünme ile yüzeyler arasında aşırı mikro kaynamalar olmuştur.
  - c. Aşırı mikro kaynamalar sonucu aşırı aşınmalar olmuştur.
  - d. Yüzey yapışkanlığı 2 kat civarı artmıştır. Katı zerreler yüzeye kolay yapışarak yüzeyi kirletir olmuştur.
1. Yağa CAY-E ilave edilerek yapılan test sonunda;
  - 4.1. Yüzey pürüz aralığı 70 nm den 6 nm, derinliği 10 nm den 2 nm den az civarına düşmüştür.
  - 4.2. Yağ filmi yırtılınca metal metale sürtünme ile yüzeyler arasında mikro kaynamalar oluşmamıştır.
  - 4.3 Mikro kaynamalar oluşmayınca aşınmalar %90 a kadar azalmıştır.
  - 4.4. Yüzey yapışkanlığı 3–5 kat, yüzeyin sürtünme katsayısı 8 kata kadar azalmıştır. Bunun sonucu; yüzey aşırı kayganlaşıp, katı zerreler yüzeye yapışıp metal yüzeyi kirletemez olmuştur.
  - 4.6. CAY-E zerreleri metal yüzey pürüzlülüğünü doldurmamıştır. 2 nm altına düşürmüştür. Bundan;
  - 4.7. CAY-E zerrelerinin birbirine yapışmadığı, elektropolar olduğu ve en çok 2 nm ye kadar kalınlıkta yüzeyi değiştirdiği yani CAY-E nin NANOTEKNOLOJİK BİR ÜRÜN olduğu anlaşılmıştır.
  - 4.8. CAY-E ile değişen metal yüzeyin sürtünme katsayısı 8 kata kadar azalmıştır.

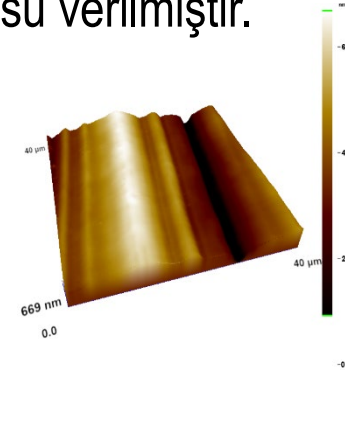
9-Aşağıda yüzeyler için 3D topoğrafi görüntüsü verilmiştir.



İşlem görmemiş yüzey



Yağ uygulanmış yüzey



CAY-E + yağ uygulanmış yüzey

10-Aşağıda yüzeyler için pürüzlülük analiz sonuçları verilmiştir.

Roughness Parameters	
Coefficient	Value
Average (Ra)	10.73 nm
Root Mean Square (Rq)	12.14 nm
Skewness (Rsk)	0.550
Kurtosis (Rku)	2.104
Maximum (Rp)	925.17 nm
Minimum (Rv)	878.79 nm
Peak To Peak (Rt)	46.38 nm
Ten Point Height (Rz)	45.09 nm

İşlem görmemiş yüzey

Roughness Parameters	
Coefficient	Value
Average (Ra)	21.76 nm
Root Mean Square (Rq)	27.36 nm
Skewness (Rsk)	0.197
Kurtosis (Rku)	2.571
Maximum (Rp)	115.93 nm
Minimum (Rv)	6.84 nm
Peak To Peak (Rt)	109.08 nm
Ten Point Height (Rz)	107.71 nm

Yağ uygulanmış yüzey

Roughness Parameters	
Coefficient	Value
Average (Ra)	1.64 nm
Root Mean Square (Rq)	1.99 nm
Skewness (Rsk)	0.479
Kurtosis (Rku)	2.659
Maximum (Rp)	313.72 nm
Minimum (Rv)	305.07 nm
Peak To Peak (Rt)	8.64 nm
Ten Point Height (Rz)	8.29 nm

CAY-E + yağ uygulanmış yüzey

11-Aşağıda yüzeyler için AKM ve optik mikroskop görüntüsü verilmiştir.

İşlem görmemiş yüzey

Yağ uygulanmış yüzey

CAY-E + yağ uygulanmış yüzey

