



**ÇEŞİTLİ TEMİZLİK KİMYASALLARININ
MERMER VE GRANİTİN YÜZEY
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harun Reşit CEYLAN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Bahri ERSOY

MADEN MÜHENDİSLİĞİ

Mayıs, 2016

Bu tez çalışması 14.FEN.BİL.32 numaralı proje ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇEŞİTLİ TEMİZLİK KİMYASALLARININ MERMER VE
GRANİTİN YÜZEY ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Harun Reşit CEYLAN

DANIŞMAN

Prof. Dr. Bahri ERSOY

MADEN MÜHENDİSLİĞİ

Mayıs, 2016

TEZ ONAY SAYFASI

Harun Reşit CEYLAN tarafından hazırlanan “Çeşitli Temizlik Kimyasallarının Mermer ve Granitin Yüzey Özelliklerine Etkisi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 02/05/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği **Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Bahri ERSOY

İkinci Danışmanı : Doç. Dr. Atilla EVCİN

Başkan	: Prof. Dr. Bahri ERSOY Afyon Kocatepe Üniv. Mühendislik Fakültesi,	İmza
Üye	: Doç. Dr. Atilla EVCİN Afyon Kocatepe Üniv. Mühendislik Fakültesi,	İmza
Üye	: Doç. Dr. İsmail BENTLİ İnönü Üniv. Mühendislik Fakültesi,	İmza
Üye	: Doç. Dr. Tayfun UYGUNOĞLU Afyon Kocatepe Üniv. Mühendislik Fakültesi,	İmza
Üye	: Doç. Dr. Mustafa Yavuz ÇELİK Afyon Kocatepe Üniv. Meslek Yüksek Okulu,	İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. Hüseyin ENGİNAR
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- 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 yararlanılması 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.

02/05/2016

Harun Reşit CEYLAN

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**ÇEŞİTLİ TEMİZLİK KİMYASALLARININ MERMER VE GRANİTİN YÜZEY
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Harun Reşit CEYLAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Bahri ERSOY

Bu çalışmada, günlük hayatta yaygın olarak kullanılan çeşitli temizlik kimyasallarının granit ve mermer gibi doğal taşların yüzey özelliklerine olan etkisi (yüzey parlaklığı, yüzey pürüzlülüğü, renk değişimi ve kütle kaybı gibi) incelenmiştir. Bu kapsamda yapılan deneylerde, piyasada satışa sunulmuş haliyle (yüzeyi parlatılmış) Bilecik Rozalya Bej Mermer ve Aksaray Yaylak Granit numuneleri kullanılmıştır. Oda sıcaklığında bu numuneler üzerinde asidik (kireç çözücü, tuz ruhu, kezzap, tiner), bazik (çamaşır suyu, sıvı ovma krem, yağ çözücü, arap sabunu) ve nötr (bulaşık deterjanı, yüzey temizleyicisi) özellikte on adet çeşitli temizlik kimyasallarının etkisi incelenmiştir. Temizlik kimyasalları halka açık bir marketten temin edilmiştir. Değişken parametre olarak kimyasalların derişimi (derişik, orta ve seyreltik) ve doğal taş yüzeyine uygulama süresi (0,5, 3,5, 14, 42, 84, 168, 840 saat) göz önüne alınmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlardan bazıları şunlardır: (i) Mermer yüzeyini en olumsuz şekilde etkileyen ve yüzeyde önemli derecede aşınma ve oyulmalara sebep olan temizleyici kimyasalların başında, asidik karaktere sahip kezzap (nitrik asit), kireç çözücü ve tuz ruhu kimyasalları gelmektedir. Bazik ve nötr kimyasalların mermer yüzeyine etkisi ise, asidik kimyasalların etkisine nazaran çok daha azdır. (ii) Asidik kimyasalların uygulandığı granit numunelerinin yüzeyinde sadece renk değişiminin meydana geldiği, yüzey pürüzlülüğü ve parlaklığında çok az bir değişim olduğu ve kütlelerinde ise herhangi bir kayıp meydana gelmediği görülmüştür. Bazik ve nötr karakterli kimyasalların uygulandığı yüzeyde ise, dikkate değer bir etki yaratmadığı gözlemlenmiştir. (iii) Bu iki doğal taş özellikle asidik kimyasalların etkisine karşı

kıyaslandığında, beklenildiği gibi granitlerin mermerlere göre çok daha dayanımlı olduğu sylenabilir.

2016, xxx + 201 sayfa

Anahtar Kelime: Granit, Mermer, Yüzey zellikleri, Temizlik kimyasalları, Asit, Baz, Nötr, Pürüzlülük, Renk değişimi, Parlaklık



ABSTRACT

M.Sc.Thesis

OPTIMISATION OF THE DISPERSION/FLOWING PROPERTIES OF BALL CLAY USED IN SANITARY WARE CERAMIC PRODUCTIONS AND ITS INFLUENCE ON THE PROPERTIES OF GREEN AND FIRED PRODUCTS

Harun Reşit CEYLAN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mining Engineering

Supervisor: Prof. Bahri ERSOY

This study examines the impact of chemicals which are exposed to the stones over the surface properties of marble and granite samples such as surface brightness, roughness, colour change and weight loss. In this context, samples of Bilecik Rosalia Beige Marble ve Aksaray Yaylak Granite, as in the forms they are sold in the market (surface brightener), have been used in the experiments. The impact of acidic (anti-scale, spirit of salt-hydrochloric acid, nitric acid, thinner), basic (bleach, liquid rubber cream, fat solvent, soft soap) and neutral (dish detergent, surface cleaner) type of ten various cleaning chemicals on these samples at the room temperature is studied. These cleaning chemicals are obtained from a grocery store in the market. Concentration of chemicals (concentrated, medium and diluted) and implementation period over the surface of natural stone (0,5, 3,5, 14, 42, 84, 168, 840 hours) are considered as variable parameter. Some of the results obtained in this study can be summarized as following: (i) The main cleaning chemicals that affect the marble surface most negatively and causes serious erosion and hollow are nitric acid, anti-scale and hydrochloride-spirit of salt. The impact of basic and neutral chemicals over the surface of marble is far less than the impact of acidic chemicals. (ii) There has been only color change; very little change on surface roughness and brightness; and no loss in the mass on the surface of granite samples where the acidic chemicals were applied. There has been no notable impact on the surface where basic and neutral charactered chemicals were applied. (iii) When

these two natural stones compared especially against the impact of acidic chemicals, it can be stated that granites are more competent than the marbles.

2016, xxx + 201 pages

Keywords: Granite, Marble, Surface properties, Cleaning chemicals, Acid, Basic, Neutral, Roughness, Colour change, Brightness



TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Bahri ERSOY'a, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen ve aynı zamanda ikinci danışmanım Sayın Doç. Dr. Atilla EVCİN'e, 14.FEN.BİL.32 proje numaralı tez çalışmamı destekleyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

Harun Reşit CEYLAN
AFYONKARAHİSAR, 2016

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xxix
RESİMLER DİZİNİ	xxx
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
2.1 Önceki Çalışmalar.....	4
2.2 Doğal Taşların Tanımı ve Sınıflandırılması	5
2.2.1 Kullanımlarına Göre Sınıflandırılması	5
2.2.2 Sertliklerine Göre Sınıflandırılması.....	6
2.2.3 Kökenlerine Göre Sınıflandırılması.....	6
2.2.3.1 Magmatik Oluşumlu Doğal Taşlar	7
2.2.3.2 Metamorfik Oluşumlu Doğal Taşlar	9
2.2.3.3 Sedimanter Oluşumlu Doğal Taşlar	10
2.2.4 Mineral Tane Boyutlarına Göre Sınıflandırılması.....	11
2.2.5 Yapı ve Dokularına Göre Sınıflandırılması.....	11
2.2.6 Ticari Pazara ve Renge Göre Sınıflandırılması	11
2.3 Doğal Taşların Özellikleri.....	12
2.3.1 Bilecik Rozalya Bej Mermer	15
2.3.2 Aksaray Yaylak Granit	16
2.4 Doğal Taşların Kullanım Alanları	17
2.4.1 Mermerin Kullanım Alanları	18
2.4.2 Granitin Kullanım Alanları.....	19
2.5 Doğal Taşların Bozunmaları	19
2.5.1 Doğal Taşların Yapısından Kaynaklanan Bozunmalar	20
2.5.1.1 Doğal Taşların Mineral ve Kimyasal İçeriği	21
2.5.1.2 Doğal Taşların Yapısal Özellikleri	21
2.5.1.3 Doğal Taşların Fiziksel Özellikleri	22

2.5.2 Dış Etkilerden Kaynaklanan Bozunmalar	22
2.5.2.1 Petrografik Nedenler	22
2.5.2.2 Mekanik Nedenler.....	23
2.5.2.3 Isı Etkisi	23
2.5.2.4 Don Etkisi	24
2.5.2.5 Atmosferik Etkiler	24
2.5.2.6 Güneş Etkisi/UV Işınları.....	25
2.5.2.7 Rüzgâr Etkisi.....	25
2.5.2.8 Doğal Felaketlerin Etkisi	25
2.5.2.9 Titreşim Etkisi.....	26
2.5.2.10 Hava ve Çevre Kirliliği Etkisi	26
2.5.2.11 Yangın Etkisi	27
2.6 Doğal Taşların Temizlenmesi.....	27
2.6.1 Mekanik Temizlik	28
2.6.2 Kimyasal Temizlik	29
3. MATERYAL ve METOT	31
3.1 Materyal	31
3.1.1 Bej Mermer ve Granit Numuneleri.....	31
3.1.2 Kimyasallar.....	31
3.2 Metod	35
3.2.1 Deneyin Yapılışı	41
3.2.2 Mineralojik ve Petrografik Analizler.....	42
3.2.2.1 Polarizan Mikroskop ile İnce Kesit İncelenmesi	42
3.2.2.2 Mineralojik (XRD) Analizler.....	43
3.2.3 Kimyasal (XRF) Analizler	45
3.2.4 Fiziksel Özellikler	46
3.2.4.1 Yoğunluk Tayini	46
3.2.4.2 Atmosfer Basıncında Su Emme Testi	46
3.2.4.3 Civa Porozimetre ile Por Boyut Dağılım Analizi	46
3.2.4.4 Yüzey Pürüzlülük Ölçümü.....	47
3.2.4.5 Yüzey Renk Ölçümü.....	48
3.2.4.6 Yüzey Parlaklık Ölçümü.....	50
3.2.4.7 Kütle Ölçümü.....	51
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	52

4.1 Deney Öncesi Doğal Taşların Karakterizasyonu.....	52
4.1.1 Mineralojik ve Petrografik Analizler	52
4.1.1.1 Polarizan Mikroskop ile İnce Kesit İncelenmesi	52
4.1.1.2 Mineralojik (XRD) Analizler.....	54
4.1.2 Kimyasal (XRF) Analizler	56
4.1.3 Fiziksel Özellikler	58
4.1.3.1 Yoğunluk	58
4.1.3.2 Atmosfer Basıncında Su Emme Değerleri.....	58
4.1.3.3 Civa Porozimetre ile Por Boyut Dağılım Analizi	59
4.1.3.4 Yüzey Pürüzlülüğü	61
4.1.3.5 Yüzey Rengi	62
4.1.3.6 Yüzey Parlaklığı	62
4.1.3.7 Kütle Değerleri	63
4.2 Temizlik Kimyasal Türlerinin Mermerin Yüzey Özelliklerine Etkisi.....	63
4.2.1 Kimyasal Türlerinin Mermer Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	63
4.2.2 Kimyasal Türlerinin Mermer Yüzey Parlaklığına Etkisi.....	65
4.2.3 Kimyasal Türlerinin Mermer Yüzey Rengine Etkisi.....	67
4.2.4 Kimyasal Türlerinin Mermer Kütle Değerine Etkisi.....	70
4.3 Kimyasala Maruz Kalma Süresi ve Kimyasal Derişimin Mermer Yüzey Özelliklerine Etkisi	72
4.3.1 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Mermer Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	72
4.3.2 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Mermer Yüzey Parlaklığına Etkisi.....	74
4.3.3 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Mermer Yüzey Rengine Etkisi.....	76
4.3.4 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Mermer Kütle Değerine Etkisi	82
4.4 Temizlik Kimyasal Türlerinin Granitın Yüzey Özelliklerine Etkisi.....	85
4.4.1 Kimyasal Türlerinin Granit Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi	85
4.4.2 Kimyasal Türlerinin Granit Yüzey Parlaklığına Etkisi	86
4.4.3 Kimyasal Türlerinin Granit Yüzey Rengine Etkisi	88
4.4.4 Kimyasal Türlerinin Granit Kütle Değerine Etkisi.....	91
4.5 Kimyasala Maruz Kalma Süresi ve Kimyasal Derişimin Granit Yüzey Özelliklerine Etkisi	92
4.5.1 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Granit Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi.....	92

4.5.2 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Granit Yüzey Parlaklığına Etkisi.....	94
4.5.3 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Granit Yüzey Rengine Etkisi .	96
4.5.4 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Granit Kütle Değerine Etkisi.	102
4.6 Yüzey Özellikleri Bakımından Mermer ve Granitin Temizlik Kimyasallarına Karşı Dayanımlarının Karşılaştırılması	104
4.6.1 Asidik Yapıdaki Kimyasalların Etkisi.....	104
4.6.1.1 Tuz Ruhu Kimyasalının Etkisi.....	104
4.6.1.2 Kireç Çözücü Kimyasalının Etkisi	113
4.6.1.3 Kezzap Kimyasalının Etkisi.....	121
4.6.1.4 Tiner Kimyasalının Etkisi	129
4.6.2 Bazik Yapıdaki Kimyasalların Etkisi	138
4.6.2.1 Çamaşır Suyu Kimyasalının Etkisi	138
4.6.2.2 Arap Sabunu Kimyasalının Etkisi.....	147
4.6.2.3 Yağ Çözücü Kimyasalının Etkisi.....	155
4.6.2.4 Sıvı Ovma Krem Kimyasalının Etkisi	164
4.6.3 Nötr Yapıdaki Kimyasalların Etkisi	172
4.6.3.1 Bulaşık Deterjanı Kimyasalının Etkisi	172
4.6.3.2 Yüzey Temizleyicisi Kimyasalının Etkisi	181
5. SONUÇLAR	190
6. KAYNAKLAR.....	193
ÖZGEÇMİŞ.....	201

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler Dizini

a*	Kırmızılık
Al ₂ O ₃	Alüminyum oksit
b*	Sarılık
BaO	Baryum oksit
⁰ C	Derece
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
CaO	Kalsiyum oksit
Cr ₂ O ₃	Krom III oksit
D	Yoğunluk
Fe ₂ O ₃	Demir III oksit
G	Gram
Gloss	Parlaklık birimi
HCl	Hidroklorik asit
HNO ₃	Nitrik asit
K	Belirsizlik
K ₂ O	Potasyum oksit
Kg	Kilogram
L	Litre
L*	Beyazlık
MgO	Magnezyum oksit
Na ₂ O	Sodyum oksit
NaOH	Sodyum hidroksit
Ra	Doğrultu üzerindeki pürüzlülük girintilerin ortalaması
Rt	Pürüzlülükte en yüksek ve en derin değerler toplamı
Rq	Pürüzlülük ortalama sapmaların karekökü
Rz	En yüksek ve en çukur beş pürüzün ortalaması
S	Yüzeyi tepe noktaları arasındaki uzaklığın ortalaması
SiO ₂	Kuvars
SO ₃	Kükürt oksit
µm	Mikrometre
%	Yüzde birimi

Kısaltmalar

AKÜ	Afyon Kocatepe Üniversitesi
Cm	Santimetre
DAL	Doğal Taş Analiz Laboratuvarı
Dk	Dakika
Mm	Milimetre
MPa	Megapaskal
nm	Newtonmetre
ppm	Part per million(Milyonda bir oran)
SEM	Scanning Electron Mikroskop(Taramalı elektron mikroskobu)
TS	Türk Standartları

Kısaltmalar (Devam)

TUAM	Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
XRD	X-Ray Diffraction (X-Işınları Difraktometresi)
XRF	X-Ray Fluorescence (X-Işınları Floresans Spektrometresi)
ZP	Zeta potansiyel



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Doğal taşların sınıflandırılması	6
Şekil 2.2 Farklı doku ve renklerdeki granitler	8
Şekil 2.3 Bilecik Rozalya Bej Mermer numunesine ait yer bulduru haritası	16
Şekil 2.4 Aksaray Yaylak Granit numunesine ait yer bulduru haritası	17
Şekil 3.1 Bilecik Rozalya Bej Mermer ve Aksaray Yaylak Granit numunesi	31
Şekil 3.2 Kullanılan temizleyici kimyasal ürünler	32
Şekil 3.3 Deneyde uygulanacak yöntemin akım şeması ve testler	36
Şekil 3.4 Üç farklı konsantrasyonda hazırlanmış olan temizleyici kimyasallar	38
Şekil 3.5 Bilecik Rozalya Bej Mermer ve Aksaray Yaylak Granit numunesi üzerine yerleştirilen PVC boru ve etrafında sızdırmazlığı sağlayan silikon	39
Şekil 3.6 Mermer ve granit numunesinin içine hacmin yarısına kadar doldurulan kimyasallar	40
Şekil 3.7 Mermer ve granit numunelerine kimyasal uygulaması	40
Şekil 3.8 Orijinal numunelerin karakterizasyon çalışmasına ait akım şeması	41
Şekil 3.9 Değişik renkteki maddelerin görünür bölgedeki % yansıma eğrileri	49
Şekil 3.10 CIELAB üç nokta ölçüm şeması	49
Şekil 4.1 Kayaç içerisinde gözlenen birincil (kal-1) ve ikincil (kal-2) kalsit mineralleri ve yuvarlak olarak görülen Oolitik (Ool) taneler	53
Şekil 4.2 Kayaç içerisinde gözlenen K-feldspat (Ort), plajiolklas (Plx), kuvars (Q) ve biyotit (Bio) mineralleri	53
Şekil 4.3 Bilecik Rozalya Bej Mermerin XRD (Minerolojik) analizi	55

Şekil 4.4 Aksaray Yaylak Granitin XRD (Mineralojik) analizi.....	55
Şekil 4.5 Aksaray Yaylak Granitinin por çapına bağlı kümülatif por hacmi ve logaritmik por dağılım eğrileri.....	60
Şekil 4.6 Bilecik Rozalya Bej Mermerin por çapına bağlı kümülatif por hacmi ve logaritmik por dağılım eğrileri	60
Şekil 4.7 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	64
Şekil 4.8 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap, tuz ruhu ve kireç çözücü kimyasallarının 840 saat maruz kalmasından sonraki yüzey fotoğrafları.....	65
Şekil 4.9 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	66
Şekil 4.10 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	67
Şekil 4.11 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	69
Şekil 4.12 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	70
Şekil 4.13 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi	72
Şekil 4.14 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	73
Şekil 4.15 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	74
Şekil 4.16 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	75

Şekil 4.17 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi.....	76
Şekil 4.18 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi ..	77
Şekil 4.19 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi.....	78
Şekil 4.20 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi	79
Şekil 4.21 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi	80
Şekil 4.22 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	81
Şekil 4.23 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	82
Şekil 4.24 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi	83
Şekil 4.25 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi	84
Şekil 4.26 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	86
Şekil 4.27 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	87
Şekil 4.28 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	88
Şekil 4.29 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	90

Şekil 4.30 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	91
Şekil 4.31 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi	92
Şekil 4.32 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	93
Şekil 4.33 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	94
Şekil 4.34 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi.....	95
Şekil 4.35 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasalların 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi.....	96
Şekil 4.36 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	97
Şekil 4.37 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi ...	98
Şekil 4.38 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi .	99
Şekil 4.39 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	100
Şekil 4.40 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	101
Şekil 4.41 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	102
Şekil 4.42 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi	103

Şekil 4.43 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi	104
Şekil 4.44 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	105
Şekil 4.45 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tuz ruhu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	105
Şekil 4.46 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	106
Şekil 4.47 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	107
Şekil 4.48 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tuz ruhu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	107
Şekil 4.49 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	108
Şekil 4.50 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tuz ruhu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	109
Şekil 4.51 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	110
Şekil 4.52 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tuz ruhu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	110

Şekil 4.53 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	111
Şekil 4.54 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tuz ruhu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	112
Şekil 4.55 840 saat süre boyunca %100 derişimli tuz ruhu kimyasalına temas eden granit numunesi ve 840 saat süre boyunca %100 derişimli tuz ruhu kimyasalına temas eden mermer numunesi.....	112
Şekil 4.56 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	113
Şekil 4.57 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kireç çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi	114
Şekil 4.58 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	114
Şekil 4.59 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	115
Şekil 4.60 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kireç çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	116
Şekil 4.61 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	117
Şekil 4.62 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kireç çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	117

Şekil 4.63 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	118
Şekil 4.64 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kireç çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	118
Şekil 4.65 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	119
Şekil 4.66 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kireç çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	120
Şekil 4.67 840 saat süre boyunca %100 derişimli kireç çözücü kimyasalına temas eden granit numunesi ve 840 saat süre boyunca %100 derişimli kireç çözücü kimyasalına temas eden mermer numunesi.....	120
Şekil 4.68 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	122
Şekil 4.69 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi	122
Şekil 4.70 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	123
Şekil 4.71 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	124
Şekil 4.72 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	124

Şekil 4.73 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	125
Şekil 4.74 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	125
Şekil 4.75 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	126
Şekil 4.76 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	127
Şekil 4.77 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	128
Şekil 4.78 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi ...	128
Şekil 4.79 840 saat süre boyunca %100 derişimli kezzap kimyasalına temas eden granit numunesi ve 840 saat süre boyunca %100 derişimli kezzap kimyasalına temas eden mermer numunesi	129
Şekil 4.80 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi	130
Şekil 4.81 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi	130
Şekil 4.82 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	131
Şekil 4.83 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	131

Şekil 4.84 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	132
Şekil 4.85 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	133
Şekil 4.86 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi	134
Şekil 4.87 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi	134
Şekil 4.88 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	135
Şekil 4.89 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	135
Şekil 4.90 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	136
Şekil 4.91 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi ...	137
Şekil 4.92 840 saat süre boyunca %100 derişimli tiner kimyasalına temas eden granit numunesi ve 840 saat süre boyunca %100 derişimli tiner kimyasalına temas eden mermer numunesi	137
Şekil 4.93 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	138
Şekil 4.94 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	139

Şekil 4.95 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	140
Şekil 4.96 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	140
Şekil 4.97 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	141
Şekil 4.98 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	141
Şekil 4.99 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	142
Şekil 4.100 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	143
Şekil 4.101 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	144
Şekil 4.102 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	144
Şekil 4.103 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	145
Şekil 4.104 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	146

Şekil 4.105 840 saat süre boyunca %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalına temas eden granit numunesi ve 840 saat süre boyunca %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalına temas eden mermer numunesi.....	146
Şekil 4.106 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değęerlerine etkisi.....	147
Şekil 4.107 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değęerlerine etkisi.....	148
Şekil 4.108 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	149
Şekil 4.109 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	149
Şekil 4.110 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	150
Şekil 4.111 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	151
Şekil 4.112 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	152
Şekil 4.113 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	152
Şekil 4.114 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	153

Şekil 4.115 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	153
Şekil 4.116 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	154
Şekil 4.117 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	154
Şekil 4.118 840 saat süre boyunca %100 derişimli arap sabunu kimyasalına temas eden granit numunesi ve 840 saat süre boyunca %100 derişimli arap sabunu kimyasalına temas eden mermer numunesi.....	155
Şekil 4.119 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	156
Şekil 4.120 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	156
Şekil 4.121 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	157
Şekil 4.122 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	157
Şekil 4.123 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	158
Şekil 4.124 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	159

Şekil 4.125 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	160
Şekil 4.126 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	160
Şekil 4.127 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	161
Şekil 4.128 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	161
Şekil 4.129 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	162
Şekil 4.130 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	163
Şekil 4.131 840 saat süre boyunca %100 derişimli yağ çözücü kimyasalına temas eden granit numunesi ve 840 saat süre boyunca %100 derişimli yağ çözücü kimyasalına temas eden mermer numunesi.....	163
Şekil 4.132 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	164
Şekil 4.133 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	164
Şekil 4.134 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	165

Şekil 4.135 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	165
Şekil 4.136 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	166
Şekil 4.137 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	167
Şekil 4.138 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	168
Şekil 4.139 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	168
Şekil 4.140 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	169
Şekil 4.141 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	170
Şekil 4.142 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	171
Şekil 4.143 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	171

Şekil 4.144 840 saat süre boyunca %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalına temas eden granit numunesi ve 840 saat süre boyunca %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalına temas eden mermer numunesi	172
Şekil 4.145 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	173
Şekil 4.146 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	173
Şekil 4.147 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	174
Şekil 4.148 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	175
Şekil 4.149 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	176
Şekil 4.150 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	176
Şekil 4.151 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	177
Şekil 4.152 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	178
Şekil 4.153 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi	179

Şekil 4.154 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	179
Şekil 4.155 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	180
Şekil 4.156 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	180
Şekil 4.157 840 saat süre boyunca %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalına temas eden granit numunesi ve 840 saat süre boyunca %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalına temas eden mermer numunesi.....	181
Şekil 4.158 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	182
Şekil 4.159 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.....	182
Şekil 4.160 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	183
Şekil 4.161 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi	183
Şekil 4.162 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	184

Şekil 4.163 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi	185
Şekil 4.164 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	186
Şekil 4.165 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.....	186
Şekil 4.166 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	187
Şekil 4.167 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.....	187
Şekil 4.168 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	188
Şekil 4.169 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi	189
Şekil 4.170 840 saat süre boyunca %100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalına temas eden granit numunesi ve 840 saat süre boyunca %100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalına temas eden mermer numunesi fotoğrafları	189

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Doğal taşların hacim ağırlıkları.....	13
Çizelge 3.1 Temizleyici kimyasal ürünler hakkında detaylı bilgiler.....	32
Çizelge 3.2 Numunelerin kimyasallara maruz kalma süresi bazında kullanılan kodlar	37
Çizelge 3.3 Kullanılan kimyasalların kodları.....	37
Çizelge 3.4 Numune kodları.....	37
Çizelge 3.5 Kimyasalların numune yüzeylerine maruz kalma süreleri.....	39
Çizelge 4.1 Bilecik Rozalya Bej Mermerin mineralojik/petrografik sonuçları.....	52
Çizelge 4.2 Aksaray Yaylak Granitin mineralojik/petrografik sonuçları.....	54
Çizelge 4.3 Rozalya Bej Mermerin XRF (Kimyasal) analiz sonuçları	56
Çizelge 4.4 Aksaray Yaylak Granitin XRF (Kimyasal) analiz sonuçları.....	57
Çizelge 4.5 Bilecik Rozalya Bej Mermer ve Aksaray Yaylak Granitin yoğunluk değerleri	58
Çizelge 4.6 Doğal taşların atmosfer basıncında su emme değerleri.....	58
Çizelge 4.7 Granit ve Mermer numunelerinin Civa-Porozimetre cihazı ile yapılan por boyut dağılım analizinden elde edilen bazı veriler	59
Çizelge 4.8 Bilecik Rozalya Bej Mermerin pürüzlülük değerleri	61
Çizelge 4.9 Aksaray Yaylak Granitin pürüzlülük değerleri	61
Çizelge 4.10 İşlem öncesi doğal taşların renk analiz değerleri	62
Çizelge 4.11 İşlem öncesi doğal taşların parlaklık ölçümleri	63

RESİMLER DİZİNİ

Resim 3.1 AKÜ-TUAM’ daki Euromex marka polarizan mikroskop.....	42
Resim 3.2 AKÜ-DAL’ da bulunan Nüve KD 200 marka etüv	43
Resim 3.3 Balyoz yardımıyla kırılan granit örnekleri.....	43
Resim 3.4 AKÜ Maden Mühendisliği Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Laboratuvarında bulunan Macit Makine marka çeneli kırıcı	44
Resim 3.5 AKÜ Maden Mühendisliği Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Laboratuvarında bulunan Ünal Mühendislik marka halkalı değirmen.....	44
Resim 3.6 AKÜ Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan XRD cihazı.....	45
Resim 3.7 AKÜ-DAL’ da ki RIGAKU / ZSX Primus II marka XRF cihazı.....	45
Resim 3.8 AKÜ-DAL’ daki Quantachrome Ultrapycnometer marka helyum piknometresi.....	46
Resim 3.9 AKÜ-TUAM’ daki Micromeritics Auto Pore IV 9500 V1.09 marka civa porozimetre cihazı	47
Resim 3.10 AKÜ-DAL’ daki Time TR 200 marka pürüzlülük ölçüm cihazı.....	48
Resim 3.11 AKÜ-DAL’ daki Hunterlab marka renk analiz cihazı.....	50
Resim 3.12 AKÜ-DAL’ daki Novo Gloss Trio marka parlaklık ölçüm cihazı	50
Resim 3.13 AKÜ-DAL’ daki Kern marka hassas terazi	51

1. GİRİŞ

Gerek dünyada ve gerekse ülkemizde yapı ve inşaat sektöründe, dekorasyon ve kaplama malzemesi olarak doğal taş kullanımı gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bunun başlıca sebebi mermer ve granit gibi doğal taşların yapı olarak sağlam olmasının yanında, estetik, dekoratif, hijyenik ve kolay temizlenebilir gibi özelliklere sahip olmalarıdır. Bu nedenle ev, işyeri, otel, hastane, alışveriş merkezi gibi yaşam alanlarının iç/dış cephe ve zemin kaplamasında, banyolarda, mutfaklarda, merdivenlerde vb. yerlerde bu tür doğal taşlar tercih edilmektedir. Bu alanlarda kullanılan doğal taşların yüzey temizliği, hem estetik/parlak görünüm hem de temizlik ve hijyen bakımından önemlidir. Bu sebeple günlük hayatta belirli periyotlarda yüzeylerinin temizlenmesi gerekir. Doğal taşların kullanıldığı yere ve yüzeylerinde oluşan kir ve lekelerin özelliğine bağlı olarak farklı özellikte yüzey temizleyici kimyasalları kullanılır.

Cephe, zemin kaplama gibi vb. yerlerde kullanılan doğal taşların estetik görünümünü kaybetmemesi ve uzun ömürlü olması istenir. Ancak literatürden de bilinmektedir ki doğal taşlar, montaj sonrasında atmosferik, çevre ve temizlikte kullanılan deterjanlar gibi çeşitli etkilere maruz kalarak yapısal olarak bozulabilmektedir (Winkler 1970, Reddy and Youngdahl 1987, Lipfert 1989, Camuffo 1992, Webb *et al.* 1992, Gündüz vd. 1996, MEB 2013_i). Doğal taşların karakteristiğini doğrudan etkileyen faktörler olarak; mekanik deformasyonlar, aşınma, ısısal etkiler, yangın, su ve nem etkileri, güneş ve atmosferik etkiler, sıcak-soğuk ortam şartları gibi durumlar sayılabilmektedir. Bu etkiler sonucu ortaya çıkan bazı kimyasal değişimlerle, genellikle süreye bağlı olarak doğal taşların içyapısında veya yüzeysel olarak eskime, renk değiştirme, lekelenme, çiçeklenme, kavlanma, hacim/kütle kaybı gibi bozulmalar meydana gelebilmektedir (Kirkitsos and Sikiotis 1994, Gökaltun 2001, Tecer 2005, MEB 2013_i).

Bu doğal taşların yapısında meydana gelen bozulma ve hasarlar, bazen çok kısa süreçler içerisinde gözle görülebilir hale gelirken, bazen de bu zararlı etkinin görünebilir hale gelmesi için uzun yılların geçmesi gerekebilir. Bu bakımdan hem kültürel ve tarihsel özelliği bulunan yapılar ve anıtlarda, hem de içinde yaşadığımız yapılarda kullanılan malzemelerin çeşitli atmosferik faktörler ve kimyasallar karşısındaki dayanımı oldukça önemlidir. Bu doğal taş yapı malzemelerin iç/dış mekan kullanımlarında dikkat edilmesi

gereken en önemli nokta, bu mekanların temizliğinde kullanılan yöntem ve maddelerdir. Genellikle döşeme ve kaplama malzemelerinin yüzeyini su ya da deterjanlı su ile silme gibi temizlik işlemleri uygulandığında uzun süreçte malzemenin genel görünümünde bir değişiklik olmaz. Ancak döşeme malzemeleri üzerindeki sararmaların, lekelerin kireçlenmenin giderilmesi için yüksek etki derecesine sahip kimyasal temizleyici maddeler kullanıldığında ise, zaman içerisinde mermer ya da granit gibi doğal taş yapı yüzeyleri parlaklıklarını yavaş yavaş yitirerek matlaşmakta ve daha ilerisi yüzey bozulmalarına sebep olmaktadır.

Doğal taş yapılarına temizlik kimyasallarının etkisi haricinde diğer atmosferik etkilere bakıldığında ise, asit yağmurları ve atmosferdeki CO₂ (karbondioksit), SO₂ (kükürt dioksit), H₂SO₄ (sülfürik asit) ve HNO₃ (nitrik asit) gibi etkilere maruz kaldıklarında mermer ve kireçtaşı sanat eserlerinin bozulmasına sebep olmaktadır. Yalnız CO₂'nin yoğunluğu insan kökenli kaynaklardan yükselmesine rağmen mermer anıtlar üzerindeki olumsuz etkilerini çok arttırmamaktadır (Gökaltun 2001, Gökaltun 2004, Bugani *et al.* 2008).

Tarihi yapıların ve iç/dış cephe ve zemin döşemesinde kullanılan malzemelerin kimyasal yapısı çoğunlukla kalsiyum karbonat (CaCO₃) olduğundan, kolaylıkla asitlerle tepkimeye girmektedir. Karbon dioksit (CO₂) ve özellikle endüstri bölgelerinde havada bulunan kükürt dioksitin (SO₂) su ile girdikleri tepkimeler sonucu, karbonik asit (H₂CO₃), sülfüroz asit (H₂SO₃) ve sülfürik asit (H₂SO₄) oluşturur. Bunlardan karbonik asitin kireçtaşı (CaCO₃) ile tepkimeleri sonucunda karbondioksit vererek oluşturduğu kalsiyum bikarbonat yüzeyde ve taşın içindeki boşluklarda çökerek yüzey kabuğu ve/veya sarkıt dikit nitelikli kalker kabuğu oluştururlar (Winkler 1970, Sikiotis and Kirkitsos 1994, Sabbides and Koutsoukos 1995, Yıldırım 2007, Polo *et al.* 2010).

Karbonatlı kayaçlar üzerine asit yağmurlarının etkilerini araştıran çalışmalar, bu kayaçlarda kimyasal bozunma sonucu Ca kaybı, HCO₃ ve SO₄ birikmesini ortaya çıkarmıştır (Caner and Seeley, 1979, Readdy *et al.* 1985). Çevresel kirlilik konsantrasyonunda asidik yağışa maruz bırakılmış karbonatlı kayaçlar üzerinden sızan yağış suları analizleri genellikle Ca, HCO₃ ve SO₄'ın aşırı konsantrasyonlarda olduğunu

göstermektedir. Bu durum iki farklı mekanizma tarafından açıklanmış; birincisi, asit yağmurlarının yüksek Ca çözübilirlik özelliğidir. İkincisi ise asitlerin veya asit öncülerinin (asit oluşumuna neden olan gazlar) kuru depolanmasıyla daha sonraki yağmurlar etkisiyle kolay çözünebilecek kalsiyum tuzlarının oluşmasıdır. Yağış suları analizlerindeki aşırı HCO_3 konsantrasyonu, asit yağmurlarının bu malzemelerde kalsit ayrışımına neden olduğunun bir göstergesidir (Guidobaldi and Mecci 1993, Steiger *et al.* 1993).

Bu çalışmanın ortaya çıkmasındaki temel sebep esasen Bölümümüze gelen bir ürün şikayetidir. Bir ilimizde resmi bir binanın zemin ve merdiven basamaklarına döşenen mermerlerin yüzeyinde, döşeme tarihinden kısa bir süre (yaklaşık 6 ay) sonra meydana gelen kararma, lekelenme ve pürüzlenme problemi sebebinin/sebeplerinin araştırılmasına dayanmaktadır.

Yapılan literatür araştırmasında özellikle doğal taşların yüzeylerinin temizliğinde kullanılan kimyasalların doğal taşın fiziksel ve yüzey özelliklerine etkisi konusunda (doğrudan bu konu hakkında) herhangi bir tez çalışmasının yapılmadığı ve sadece bir kaç akademik çalışmanın (Gündüz vd. 1996, Gökaltun 2004, Gökaltun 2005) yapıldığı görülmüştür. Ancak, tarihi binalarda kullanılan mermer ve granit gibi doğal taşların uzun zaman içerisinde atmosferik çevre koşullarının (asit yağmurları, nem, hava kirliliği vs.) etkisi ve bu etkilere maruz kalan doğal taşların restorasyonu konusunda çok sayıda çalışmanın olduğu bilinmektedir (Winkler 1970, Reddy and Youngdahl 1987, Lipfert 1989, Irving 1991, Camuffo 1992, Webb *et al.* 1992, Sabbides and Koutsoukos 1995, Gökaltun 1999, Gökaltun 2001, Öztank ve Türkmen 2001, Alkattan *et al.* 2002, Gökaltun 2004, Bravo *et al.* 2006).

Bu çalışmada asidik, bazik ve nötr karakterli çeşitli temizlik kimyasallarının kullanıma (satışa) hazır haldeki iki farklı ticari doğal taş ürünü olan Bilecik Rozalya Bej Mermeri ile Aksaray Yaylak Granitinin yüzey özelliklerine (yüzey parlaklığı, pürüzlülüğü, renk değişimi ve kütle kaybı) etkisi detaylı olarak incelenmiştir. Dolayısıyla yapılan bu tez çalışmasının literatürde bu anlamda önemli bir boşluğu dolduracağı ve önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Önceki Çalışmalar

Literatürdeki çalışmalardan (bu konuyla doğrudan) ilgili sonuçlar kısa kısa aşağıda verilmiştir.

Gündüz ve arkadaşları (1996) tarafından yapılan çalışmada, farklı yörelere ait mermer numuneleri yüzeyine sodyum sülfat dekahidrat çözeltisi belli bir süre maruz bırakılmış, ve sonucunda ağırlık kayıpları incelenmiştir. Bu doğal taşlar içinden Finike–Limra’nın ağırlık kaybı %1-5 arasında değiştiğini dolayısıyla bu kireçtaşı özellikteki taşların iç ve dış cephe döşemesi hariç kaplama ve yapı elemanı olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Gökaltun (1999) tarafından yapılan çalışmada, fiziksel ve kimyasal yapıları ile yüzey dokuları açısından farklılık gösteren kireçtaşlarının parlaklık kaybı araştırılmış ve kireçtaşlarının çeşitli renklerde olmasını sağlayan demir içerikli minerallerin oranları ile parlaklık değişimi arasında bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Benavente *et al.* (2003), binalarda kullanılan doğal taşlardaki renk değişiminin yüzey pürüzlülüğüne etkisi üzerine araştırma yapmışlardır.

Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada, açık ve kapalı marka temizlik kimyasalları doğal taş yüzeylerinde 5 dk maruz bırakılmış ve sonucunda parlaklık kaybı incelenmiştir. Tuz ruhu ve kireç çözücü kimyasalları uygulandıktan sonra, mermerde parlaklık kaybı yüksek oranlara ulaştığını, granitlerde ise sınırlı oranlarda kaldığını ve temizlik kimyasallarının açık yada kapalı olması farklı etki göstermediğini ifade etmiştir. Yüzey temizleyicisi kimyasalının granitin yüzey parlaklığına etkisi, tuz ruhu ve kireç çözücü kimyasalına göre daha fazla olduğunu belirtmiş olup, sebebini de kimyasallar içinden sadece yüzey temizleyicisini yüzeye ovalayarak uyguladığını söylemiştir. Çamaşır suyu kimyasalının doğal taşların parlaklığına etkisi ise asidik kimyasallara göre oldukça minimum kaldığını ifade etmiştir.

Gökaltun (2005) tarafından yapılan çalışmada, mermer çeşitlerini atmosferik ortama (yağmur, kar vb.) serbest bırakmış ve beş aylık süre sonunda yüzey parlaklık kaybını incelemiştir. Atmosferik faktörlerin mermer ve traverten örnekleri üzerinde parlaklık değerlerinde değişen oranlarda kayıplar meydana gelirken, granit örneklerinde ise parlaklık kaybı oldukça minimum düzeylerde kaldığı ifade edilmiştir.

2.2 Doğal Taşların Tanımı ve Sınıflandırılması

Doğal taşlar, doğada bulundukları ortamdan çıkarıldıktan sonra işlenebilen, bu sayede ekonomik ve ticari değer kazanabilen atmosfer etkilerine dayanıklı, teknolojik bakımdan yapı işlerinde kullanılmaya elverişli en eski inşaat malzemeleridir. Endüstriyel anlamda doğal taş terimi, yasal izin ile üretilerek, işlenmeden veya işlenerek, boyutlandırmadan ya da boyutlandırarak işlem gören kayalar için kullanılmaktadır (Yüzer 2003). Ekonomik anlamda ise blok olarak kesilebilen, istenildiğinde parlatılarak daha ileri derecede işlenebilen her tür ve kökenden taşı ifade etmektedir (Ulu 2008). Doğal taş teriminin, taş ve kayaç olarak iki ayrı şekilde kullanımı söz konusudur. Ancak bu iki kullanımın teknik olarak birbirinden farklı bulunmaktadır. Kayaçlar bir veya birkaç mineralin bir araya gelmesiyle oluşan mineral topluluklarıdır. Bir kayaç tek bir mineralden oluşacağı gibi, bir kaç mineralin bir araya gelmesiyle de oluşabilir (Ünal 2003). Kayaç, küçültülerek veya boyutlandırılarak taş haline gelir. Ayrıca doğal taşlar; kullanım yerlerine göre boyutlandırılmış taş, yapı taşı ve dekoratif taş olarak anılabilmektedir. Ayrıca boyut alınabilen blokların elde edilebildiği, kesildiğinde sorunsuz kenar-köşe verilebilen, her boyutta şerit veya plaka alınabilen, yüzeyi üzerinde istenilen düzeyde işlem yapılarak (parlatma, honlama, patinato vb.) kullanılabilen her türden doğal taş ticari ve endüstriyel anlamda mermer olarak adlandırılır (TÜMMER Bülten 2007).

Doğal taşlar kullanım, sertlik, köken vb. gibi özelliklere göre ayrı ayrı sınıflandırılırlar.

2.2.1 Kullanımlarına Göre Sınıflandırılması

Doğal taşlar kullanım şekline göre ikiye ayrılır.

- **Parlatılarak Kullanılanlar:** Mermerler (gerçek mermer, granit, kireçtaşı, siyenit, traverten vb.)
- **Parlatılmadan Kullanılanlar:** Yapı taşları (andezit, tuf, arduvaz vb.)

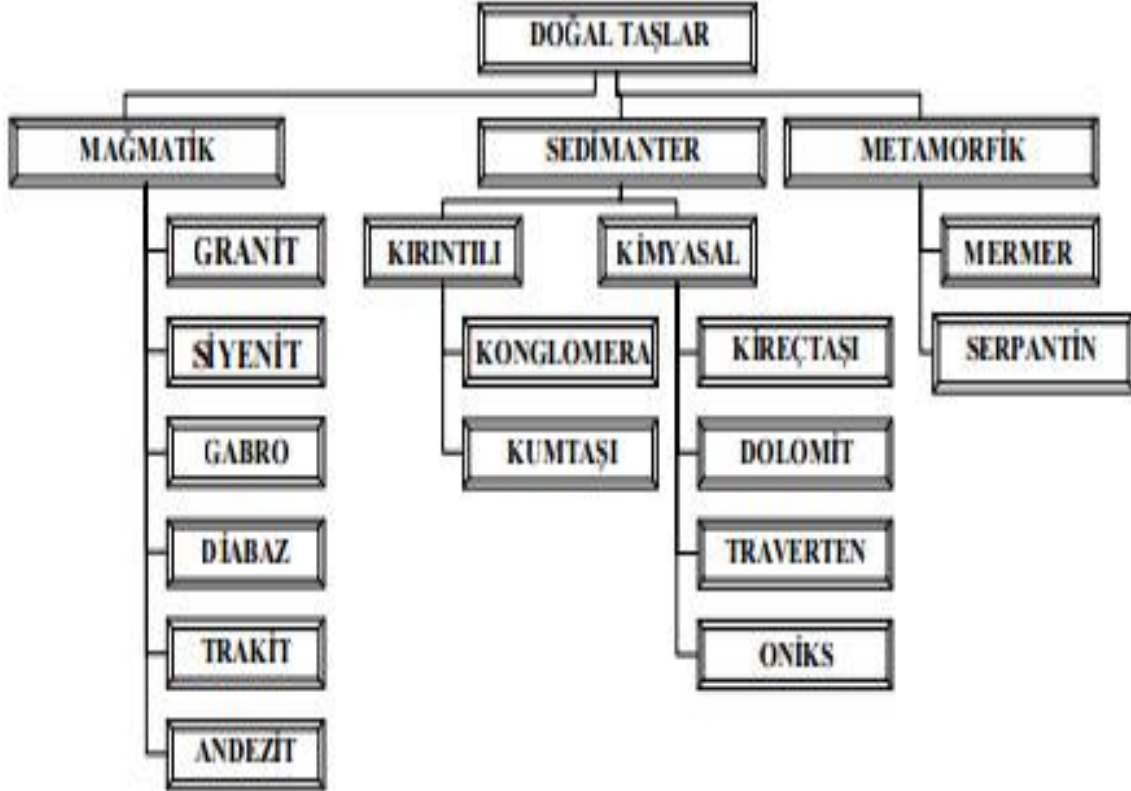
2.2.2 Sertliklerine Göre Sınıflandırılması

Doğal taşlar sertliklerine göre ikiye ayrılır.

- **Yumuşak Taşlar:** Kireçtaşı, gerçek mermer, traverten vb. taşlardır. Yumuşak taşlar genellikle karbonatlı mineralleri içerirler. Sertlikleri 3-4 arasında değişir.
- **Sert Taşlar:** Granit, diyabaz, siyenit, gnays vb. taşlardır. Sert taşlar silikat minerallerinden oluşur. Sertlikleri 6-7 arasında değişir.

2.2.3 Kökenlerine Göre Sınıflandırılması

Doğal taşlar, Şekil 2.1 'de gösterildiği gibi jeolojik kökenlerine göre magmatik, sedimanter ve metamorfik olarak üç biçimde sınıflandırılır.



Şekil 2.1 Doğal taşların sınıflandırılması (Büyüksağış ve Gürcaan 2005).

2.2.3.1 Magmatik Oluşumlu Doğal Taşlar

Magmatik kökenli doğal taşlar, magma adı verilen tamamen erimiş silikat sıvısının yerkabuğunun değişik derinliklerine sokulması ve oralarda soğuyarak katılaşması sonucu oluşurlar. Bu kayaçlar yerleşme derinliklerine göre üç alt sınıfa ayrılır:

1) Derinlik kayaçları: Ergimiş silikat sıvısı olan magmanın yerkabuğunun derinliklerine sokulması ve orada uzun sürede yavaş yavaş soğuması ile oluşan kayaçlardır. Granit, siyenit, diyorit ve gabro gibi kayaçlar bu gruba örnek verilebilir. Taneleri kristaldir, yapıları iridir ve yapıları içerisinde boşluk yoktur.

Granitler: Taneli doku gösteren magmatik kayaçlar olarak bilinirler. Renkleri genellikle beyaz, gri, yeşil, kahverengi, mavi rengin tonlarını içerir. Basınç dayanımlarının oldukça yüksek olması nedeniyle yapılarda taşıyıcı sütun ve dış kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadırlar. İçindeki elemanlar gözle görülebilir büyüklüktedir. Bileşiminde feldspat, kuvars ve mika bulunur. Bünyenin çoğunluğunu feldspat doldurur. En az mika bulunur. Bunun dışında bazı minerallere de az miktarda rastlanır. Genelde gri, kırmızımsı, pembemsi, az miktarda da yeşilimsi renkte bulunur. İçinde bulunan minerallerin cins ve miktarlarına göre granit renk alır. Derinlerde soğuduğu için sağlam aşınmaya, basınca ve ayrışmaya dayanıklıdır. Güzel renkli ve iyi cila tutmaları dolayısıyla granitler inşaatta kaplama taş ve masif olarak kullanılır. Su emme oranı % 0,2'dir. Özgül ağırlığı 2,72 ton/m³ basınca karşı dirençleri ise 1000-1500 kg/cm²'dir. Şayet parke yapılacaksa kullanılan granitin basınca dayanımı 1200 kg/cm² den olmamalıdır. Aksi takdirde aşınır. Normal granit aşınmadan on binlerce yıl durabilir (Cinel 2007).

Başlıca granit çeşitleri;

- Aplit granit, bünyesinde %10'dan fazla kuvars, yaklaşık %4 civarında mafit mineralleri, feldspat olarak yalnız alkali feldspat veya alkali feldspatın yanı sıra en fazla 1/1 oranında olacak şekilde plajyoklas içeren granitlerdir.
- Alkali granit, bünyesinde %10'dan fazla kuvars, %10'dan fazla alkali feldspat ve mafit mineralleri içeren granittir.

- Alkalikalt granit, bünyesinde %10'dan fazla kuvars, %10'dan fazla alkali feldspat, mafit minerali ve plajioklas içeren granittir.
- Granadiorit, içerisinde kuvars bulunmayan granittir.

Granitler birçok ülkede özellikle yapı taşı olarak kullanılır. Sağlam, aşınmaya ve basınca karşı dirençli olmaları, farklı renkli ve iyi cila tutmaları nedeni ile yapı işlerinde, iç ve dış cephe kaplamalarında, parke taşı olarak yaygınca kullanılmaktadır. Granitler, Türkiye'de oldukça yaygındır. Kapıdağ, Çanakkale, Armutlu, Doğu Karadeniz, Uludağ, Istranca, Kırşehir vb. yerlerde bulunmaktadır (Şekil 2.2).

Granitlerin bileşiminde bulunan feldspatlar ayrışabilir. Bu tür ayrışmaların gözlemlendiği granitler mimaride kullanılmamalıdır. Basınca karşı dirençleri 1000-1500 kg/cm²'dir. İnşaat işlerinde kullanılacak granitlerin basınç direnci 400 kg/cm²'den daha az olmamalıdır. Ocaklardan ayrışmamış olarak çıkarılanlar yüzlerce yıl ilk durumlarını koruyabilirler. Parke taşı olarak kullanılacakların rengi homojen, basınç dirençleri 1200 kg/cm²'den büyük, yoğunlukları en az 2,4 ton/m³, su emme en fazla %3, don sonrası basınç direnci %10'dan fazla olmalıdır. Kuzey Avrupa'da, İsveç, Finlandiya ve Güney Afrika'da olduğu gibi çok geniş alanlarda granit oluşumlarının bulunduğu jeolojik olarak bilinmektedir.



Şekil 2.2 Farklı doku ve renklerdeki granitler (Öcal ve Dal 2012).

Serpantinler: Ultrabazik magmatik kökenli mermerler sınıfı içinde yer alırlar. Sert yeşil mermerler olarak bilinirler. Kesme ve işleme zorlukları vardır ama iyi cila kabul ederler. Aşınma dirençleri yüksektir. Genellikle dış cephe kaplaması, yer döşemesi, sütun ve dekorasyon işlerinde kullanılır.

Diyabazlar: Yarı derinlik grubu kayaçlar içinde sert yeşil mermerlerdir. iyi cila kabul ederler. Aşınma dirençleri yüksektir. Diyabazlar çoğunlukla mimari süsleme ve dış kaplama malzemesi olarak kullanılırlar.

2) Yarı derinlik kayaçları: Yerkabuğunun derinliklerine sokulan magmanın yüzeye çıkması sırasında yerkabuğunun iç kısımlarında soğumasıyla damar veya yarı derinlik kayaçları oluşur. Tane veya kristal yapıları değişiktir ve bünye içerisinde dağılmış halde bulunur. Örnek olarak diyabaz verilebilir. Antakya, Hatay, Marmaris, Fethiye civarında diyabaz yatakları vardır.

3) Yüzey kayaçları: Yerkabuğuna sokulan magma herhangi bir jeolojik neden ile yüzeye çıkar veya yüzeye çok yakın bölgede soğursa bu tip kayaçlar oluşur. Tane ve kristal yapısı daha ufaktır. Hamura benzeyen bünye içerisinde dağılmış kristaller mevcuttur. Riyolit, andezit, bazalt bu tür kayaçlara örnek olarak verilebilir (Cinel 2007).

2.2.3.2 Metamorfik Oluşumlu Doğal Taşlar

Metamorfizma kelime anlamı ile başkalaşım demektir. Metamorfikler, orijinal karakterleri yer küresi içindeki çeşitli işlemlerle değişime uğramış olan kayaçlardır. Bu değişimler, doku olarak da adlandırabileceğimiz minerallerin kendi aralarındaki kısmi değişimleri veya kayacın her türlü ilksel özelliğinin değişimine neden olan yeni mineral oluşumları ve buna bağlı olarak yeni bir kayacın ortaya çıkmasıdır. Bu kayaçlar, magmatik, sedimanter veya eski metamorfik kökenli kayaçların ısı ve basınç altında başkalaşıma uğramasıyla oluşan kayaçlardır (Lazzarini 1988). Metamorfizmaya uğramış kayaçlar tekrar metamorfizmaya uğrayabilir ve poli metamorfik kayaçlar oluşur. Yapı ve dokularının oluşmasına, ısı, basınç, yönlü kuvvetler ve kayacın cinsi etki eder (Dal 2005). Basınç, ısı ve kesme kuvvetleri sonucunda oluşan metamorfizma sırasında taşların karakteri bozulur. Yapısı, dokusu ve kristal şekli başka olan yeni tip mineraller yani yeni tip kayaçlar meydana gelir. Fakat kayaçların kimyasal bileşimi

değişmez. Kireçtaşı ısı ve basınç altında mermere, kumtaşları kuvarsite, alçı taşı ısı ve basınç altında albatrlara, kil taşı ise ısı ve basınç altında benekli şistlere dönüşürler (Lazzarini 1988, Küçükkaya 2004).

Magmatik kayalarda olduğu gibi görünüşleri genellikle iri kristalli ve taneli olabilir. Fakat bu durum kayaların etkilendiği sıcaklıkla değişiklik gösterir. Metamorfizma uzun süre devam etmişse kristalleri iri olarak oluşur (Dal 2005). Kristallerin sınırları düzensizdir. Metamorfik kayaların kendilerine has yapıları da vardır. Metamorfizmaya uğrayan taşların kimyasal bileşimlerinin, dokularının birbirinden farklı oluşu ve farklı ortamlarda çok farklı şartlar altında oluşmalarından dolayı kesin bir sınıflandırmaları yoktur (Yıldırım 2007).

Metamorfik kayalarda bulunan esas mineraller kuvars, feldspat, dolomit, talk, serpantin, biotit, klorit, hornblend gibi maddelerdir (Örneğin: mermerler). Metamorfik kayalar, saha çalışmalarına göre belli başlı 3 ana grupta toplanırlar.

- ✓ Kontak metamorfik kayalar; hornfelsler,
- ✓ Dinamik metamorfik kayalar; milonitler,
- ✓ Bölgesel metamorfik kayalar; arduvaz, fillit, şist, gnays, mermer, kuvarsit, amfibolit, migmatit vb. olarak sayılabilir (Lazzarini 1988).

2.2.3.3 Sedimanter Oluşumlu Doğal Taşlar

Taşınma olayının çeşitli yolları ile oluşan kayalara tortul kayalar veya sedimanter kayalar adı verilir. Bu tür kayalar genellikle tabakalıdırlar ve çoğu fosil içerirler. Tortul kayaların oluşumu için dört aşama gerekir: Ayrışma, taşınma, birikme ve diyajenez. Sedimanter kökenli doğal taşlar kökenlerine ve oluşum ortamlarına göre üçe ayrılır.

A- Kırıntılı sedimanter kayalar: Kumtaşları, tüfit, konglomera ve breşler örnek olarak verilebilir.

B- Kimyasal sedimanter kayaçlar: Kireçtaşı, traverten ve oniks örnek olarak verilebilir. Türkiye de başlıca traverten ocakları; Denizli, Muğla, Akhisar, Kütahya, Afyon ve Antalya da görülmektedir.

C- Organik sedimanter kayaçlar: Deniz ve göllerde yaşayan canlıların ölmesi ve yerçekimi etkisiyle dibe taşınıp depolanmasıyla oluşurlar. Elazığ siyah ve Elazığ sunta bunlara en iyi örnektir (Cinel 2007).

2.2.4 Mineral Tane Boyutlarına Göre Sınıflandırılması

- Çok ince Taneli Mermerler: Tane boyut 100 mikrondan küçüktür (Afyon Mermeri).
- İnce Taneli Mermerler: Tane boyutu 1 mm'den küçük mermerlerdir (Muğla-Milas Mermeri).
- Orta Taneli Mermerler: Tane boyutu 1-5 mm arasındaki mermerlerdir (Bursa Mustafa Kemal Paşa Beyazı).
- İri Taneli Mermerler: Tane boyutu 5 mm'den büyük mermerlerdir (Kırşehir Beyazı) (Cinel 2007).

2.2.5 Yapı ve Dokularına Göre Sınıflandırılması

- Masif Mermer: Kompakt görünümlü ince ve iri tanelidir.
- Laminar Mermer: Renkli şerit görünümde, ince tanelidir.
- Şisti Mermer: Yapraklı yapıda ve önemli miktarda mika içermektedir.
- Breşik Mermer: Kırıklanmış ve ikincil minerallerle dolgulanmış mermerlerdir. (Cinel 2007).

2.2.6 Ticari Pazara ve Renge Göre Sınıflandırılması

Bu sınıflandırma şeklinde, mermer bulunduğu yerleşim yerine ve mermerin rengine göre sınıflandırılır. Buna göre mermer piyasada bu isimle tanınır ve nitelikleri bilinir. Örneğin; Afyon Şeker, Gölpazarı Bej, Marmara Beyazı vb. (Cinel 2007).

2.3 Doğal Taşların Özellikleri

Mermer/granit olarak kullanılan doğal taşlarda en önemli özellikler, renk, desen, doku, sertlik, parlatma, cilaya karşı duyarlılık ve blok elde edilebilme oranıdır. Kaplama ve döşeme amaçlı üretimlerde ise blokların;

- Sağlam olabildiğince çatlaksız, taşı oluşturan minerallerin ayrışmaya, oksidasyona ve güneş ışığında renk değiştirmeye karşı dayanıklı,
- Yapı, doku, renk ve desen dağılımı yönünden homojen,
- Fiziksel ve mekanik özelliklerinin yapı ve kaplama taşı standartlarında öngörülen kullanılabilirlik sınır değerlerinin üzerinde,
- Kesilebilir, şekillendirilebilir, parlatılabilir veya yüzeyi işletilebilir olması istenmektedir (DPT 2001).

Yukarıda kısaca açıkladığımız doğal taşların özellikleri, aşağıda daha ayrıntılı anlatılmıştır.

1) Sertlik: Doğal taşların sertliği cinsine göre değişir. Yapısında silikat minerallerinin çoğalması sertliği arttırmaktadır. Mermerin sertliğinin, kesilme (işlenme) ve cilalanma konuları ile yakın ilgisi vardır. Sert mermerlerin üretilmesi ve kesilmesi (işlenmesi), yumuşak cinslere nazaran zordur. Buna karşın çok iyi cila kabul ederler. Ancak cilalanmaları da oldukça işçilik ve zaman ister. Sert mermerler bu zorluklara rağmen kolay yıpranmadığı için en çok arzu edilen mermer cinsidir. Binalarda daha çok dış cephe kaplamada, kapı eşiklerinde ve taban döşemelerinde kullanılırlar (Onargan vd. 2006).

2) Birim Hacim Ağırlık: Doğal taşların türüne göre birim hacim ağırlıkları 2,2 – 3,2 ton/m³ arasında değişmektedir (Onargan vd. 2006). Ticarete birim hacim ağırlığı ortalama olarak 2,7 ton/m³ olarak kabul edilmektedir. Birim hacim ağırlığı nakliyecilik açısından ve özellikle mermer taşımada halat ve vinç çekme kuvveti hesaplamalarında oldukça önemlidir. Buna göre bazı doğal taş cinslerinin birim hacim ağırlıkları aşağıda verilmektedir (Kun 2000).

Çizelge 2.1 Doğal taşların hacim ağırlıkları (Onargan vd.).

Doğal Taşlar	Hacim Ağırlığı
Mermer	2,7-3,0 ton/m ³
Traverten	2,2-2,5 ton/m ³
Dolomit	2,4-2,9 ton/m ³
Kristalize Kireçtaşı	2,4-2,7 ton/m ³
Serpantin	2,5-2,75 ton/m ³
Siyenit	2,7-3,0 ton/m ³
Bazalt	2,75-3,2 ton/m ³
Granit	2,65-2,85 ton/m ³

3) Çözülme Özelliği: Mermer olarak kullanılan doğal taşların çözülmesi özellikle inşaatların dış kısımlarında dış cephe kaplamada kullanılanlar için önemli bir husustur. Çünkü bütün taşlar atmosferle temas ettikleri zaman yavaşta olsa kimyasal ve fiziksel etkiler altında kalarak değişmeye uğrarlar. Yağmur suları, bileşimlerinde bulunan gazlar içinde özellikle CO₂ mermerlere etki ederler. Çözülmenin şiddeti her mermerde aynı olmayıp, mermerin kimyasal bileşimine, fiziksel özelliklerine, bünyesine ve su absorbe etme özelliğine bağlıdır. En az su absorbe eden mermer binaların dış kaplamaları için en ideal olan mermerdir (Onargan vd. 2006).

4) Renk: İşlenecek olan mermerin rengi çok önemlidir. Eğer mermer beyaz renkli ise içinde sarı, gri damar veya yığılımlar istenmeyen özelliklerdir. Renkli mermerde ise renklerin soluk, karışmış ve belirsiz olduğu bölgeler istenmeyen kısımlardır. Gerekli pazarı bulunduktan sonra her renk mermer çıkartılıp işlenebilir.

Mermere renk veren maddeler:

- Koyu gri ve siyah: Bitüm (organik maddeler), fazla miktarda MnO, Grafit (C) ve kükürt.
- Siyah damarlar: MnO'nun kayaç içindeki damarlara bol olarak yerleşimi.
- Kırmızı: FeO veya az oranda Cr₂O₃.
- Yeşil: Klorit, aktinolit, tremolit, mineral inklüzyonları ve yüksek oranda Cr₂O₃.

- **Mavi:** Mineraller içinde CI veya Na'nın çokluğu veya kalsitin az miktarda civa içermesi, silikat minerallerinden Disten'in varlığı.
- **Sarı:** Kükürt varlığı veya limonit oluşturan FeO.
- **Mor veya leylak:** Az oranda, kayaç içine dağılmış Mn (Kun 2000).

5) Saydamlık: Mermerin ışık geçirebilme kapasiteleridir. İnce kristalli yağımsı bir yapı gösteren mermerler saydamdır. Bu özellikleri yüksek olan (ışığın nüfuz edebileceği derinlik 1 – 3,5 cm' ye kadar olan) mermerler süs eşyası yapımında ve heykeltıraşlıkta kullanılmaktadır (Onargan vd. 2006).

6) Cila Tutma: Her türlü mermer olarak kullanılan doğal taşlar cilalanabilir. Ancak bunların cilalama kapasiteleri değişiktir. İyi cilalanan türlerin tercih oranı diğerlerine göre daha yüksek olmaktadır. Sert mermerler iyi cila tutar fakat bu yüksek işçilik ve zaman gerektirir (Sarıtış 2006).

7) Porozite: Kayacın gözenekliliğini tanımlayan porozite, kayaçtaki boşluk hacminin toplam hacmine oranının yüzde olarak ifadesidir (Kun 2000). Porozite ne kadar büyürse mermerin ekonomikliği o derece azalır. Çünkü atmosfer etkilerine mukavemet özelliği olan dayanıklılığı porozitenin artmasıyla azalmaktadır. Bu durum ise tercih edilmez. Kaliteli mermerin porozitesi %0,0002 - %0,5 arasındadır. Ancak travertenlerde porozite miktarı %18'lere kadar çıkabilir ve bu durum olumsuzluk olarak değerlendirilemez (Onargan vd. 2006).

8) Direnç: Kristal durumuna, poroziteye, CaCO₃ miktarına ve yabancı madde içeriğine göre farklı olup, genellikle tek eksenli basınç dirençleri 500 – 1500 kg / cm² arasında değişir. Tabakalı olanlarda direnç tabakalaşmaya dik yönlerdeki yüklemelerde paralel yöne göre daha büyüktür (Onargan vd. 2006).

9) Çatlak Yapısı: Mermer yatağındaki kırık ve çatlaklar mermer bloklarının en kolay ayrılabilirleri, süreksizlikler anlamına gelmektedir. Bu kırıklar sayesinde mermer blokları daha kolay ve çabuk parçalanır. Bu kırıklar ocak işletmeciliğini kolaylaştırmasına rağmen aşırı miktarda olması mermeri kullanılamayacak duruma getirir (Sarıtış 2006).

10) Yabancı Maddeler: Mermer içerisinde bulunan yabancı maddelerin özelliğine göre etkileri farklı olmaktadır. Bu yabancı maddeler demir-sülfidler, silisli ve silikatli mineraller olabilmektedir. Demir-sülfitlerden en fazla rastlanan pirittir. Pirit cilalandığında güzel görünür, fakat işlenmesi zordur. Silis ve silikat mineralleri bantlar veya budaklar şeklinde bulunabilirler. Bu mineraller mermer yatağının ekonomikliğini düşürür (Onargan vd. 2006).

11) Yapı ve Dokusu: Mermerlerin dokusu kristal boyu, kristal yönlenmeleri ve gözeneklilik özellikleri ile belirlenir. Kristal boyu küçüldükçe parlatma ve cila kabul etme özelliği artar. Ancak sparitik veya mikritik kireçtaşlarının bu özellikleri oldukça zayıftır. Bundan dolayı tane boyutunun belli aralıkta olması gerekir. Çok ince kristalli mermerler iyi parlatılmaz. Çok iri kristalli mermerler ise gerek işletme, gerekse kullanım sırasında daha az dayanıklıdır (Onargan vd. 2006).

12) Teknolojik Özellikleri: Burada özellikle doğal taş blok kesimi için uygun yöntemin ve buna bağlı olarak uygun blok kesim makinalarının tespiti ve uygulaması önemlidir. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak doğal taşları kesen ve işleyen makinaların üretilmesi ile her türlü doğal taş kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle binaların dış yüzeyleri ve çevre düzenlemelerinde ebatlı ve şekilsiz taşların yanı sıra yaya yolu ve kaldırımlarda da mermerler başarı ile kullanılmaktadır (Çelik 2003).

2.3.1 Bilecik Rozalya Bej Mermer

Rozalya Bej Mermer, köken ve oluşum ortamına göre kimyasal sedimanter grubuna giren kireçtaşıdır. Yapı olarak çoğunluğu kalsiyum karbonattan (CaCO_3) oluşan, büyük bloklar verebilen, mikro kristal dokulu ve yüzeyi krem/bej renginde olan mermer türüdür.

➤ Çalışma Yeri

Tekmar A.Ş. Bilecik Yöresine ait mermer ocağından Afyon Merdivenci Mermer A.Ş. aracılığı ile sağlanan Rozalya Bej Mermer numuneleri Bilecik merkeze yakınında belirli bir bölgede yayılım göstermektedir. Makinelerde milimetrik ölçümleme ve kalibrasyon

ile kesilen mermer ocağının yılda 2.5 milyon m² üretimi mevcuttur. Çalışma alanı 40°08'26.0"N-29°59'08.9"E koordinatlarında bulunmaktadır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Bilecik Rozalya Bej Mermer numunesine ait yer bulduru haritası (İnt. Kyn. 1).

2.3.2 Aksaray Yaylak Granit

Üst Kretase-Paleosen yaşlı “Aksaray Yaylak” sokulumu, litolojik olarak holokristalen, granitoyid türü derinlik kayaçları şeklinde tanımlanır. Aksaray Yaylak Graniti; kuvars, plajioklas, biyotit ve opak mineralinden oluşan holokristalin taneseli dokulu ve ana mineral bileşenleri genellikle mezo-makro kristallerinden oluşan magmatik kayadır. (Çetin 2011).

➤ Çalışma Yeri

“Aksaray Yaylak” ticari ismiyle piyasaya sunulan granit; Şekil 2.4’ de görülen Yaylak köyü, Sırtlan deresi mevkiindeki Granitaş A.Ş. firmasına ait taş ocağından çıkarılmaktadır. 1995 yılında üretime başlayan ocak, “açık çukur işletme” tipindedir. Görünür rezerv itibarıyla yaklaşık 50.000 m³ blok taş potansiyeline sahip olan ocakta, yılda 3000-4000 m³ arasında blok taş üretimi yapılmaktadır. Ocakta bloklar, ağırlıklı

olarak “delme-patlama” yöntemiyle üretilmektedir. Eskişehir Fırat Mermer A.Ş. aracılığıyla granit numuneleri temin edilmiştir.



Şekil 2.4 Aksaray Yaylak Granit numunesine ait yer bulduru haritası (Angı 2007).

2.4 Doğal Taşların Kullanım Alanları

İlk çağlardan beri insanlar yapı, konut veya aldıkları diğer yerleri doğal taşlardan yapmaya özen göstermişlerdir. Zamanla yaşam seviyeleri yükselen toplumların, güzel görünümlü ve dayanıklı olması nedeniyle doğal taşları tercih etmeleri, bu ürünü zenginliğin ve refahın sembolü haline getirmiştir. Gelişen endüstri ve teknolojiye paralel olarak doğal taşların kullanımının artması da bunu göstermektedir. Anadolu'da doğal taşların, bunların içinde de özellikle mermerciliğin tarihi ilkçağa kadar

uzanmaktadır. Ülkemizdeki mermer yatakları, Anadolu yarımadasını yurt edinen bütün uygarlıklar tarafından işletilmiştir. Etiler devrinin kabartma ve heykelleri, eski Yunan ve Roma devrinin amfileri, arenaları ve diğer çeşitli sanat eserleri, Selçuklular ve Osmanlı devrinin saray, hamam, kervansaray, cami ve medreseleri, minareleri, çeşmeleri, ülkemizde mermer işlemeciliğinin tarihsel gelişimini oldukça güzel sergilemektedir (Angı 2007).

2.4.1 Mermerin Kullanım Alanları

Mermer, tarih boyunca değişik uygarlıklar tarafından dayanıklılığı ve estetik görünümü nedeni ile özellikle anıtlarda, yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Günümüzde genellikle zemin döşeme, merdiven basamağında, taşıyıcı sütun yapımında, mutfak tezgâhında, iç ve dış cephe kaplama malzemesi olarak inşaat sektöründe, mezarcılıkta, güzel sanat malzemesi olarak heykeltiricilikte, süslemede, vazo, biblo, avize, şekerlik, kül tablası vb. gibi hediyelik eşya yapımında, masa, sehpa, lavabo üretiminde ve mobilya sektöründe kullanılmaktadır. Bunların dışında fabrika ve atölyelerdeki yüksek CaCO_3 bileşimli artıklar öğütülerek boya, seramik, soda, şeker, yem, suni gübre sanayilerinde ve karayolu, beton, asfalt, mozaik ve suni mermer yapımında değerlendirilmektedir. (Özdamar 2001).

Mermer en çok inşaat sektöründe kullanıldığından, bu sektördeki gelişmeler mermere olan talebi artırmıştır. Son on yıl içinde sürekli gelişme gösteren mermer talebi ülkemizin Marmara, Ege ve Akdeniz bölgesinde yer alan turistik yatırımlardan kaynaklanmaktadır. 2000 yıl önce Marmara adasında başlayan antik mermer işlemeciliğinden dolayı adını Marmara adasından alan mermer, son yıllarda gerçekleştirdiği hızlı gelişmeye paralel olarak sağladığı istihdam, yarattığı katma değer ve kazandırdığı yüz milyonlarca dolarlık ihracat geliriyle madencilik sektörünün lokomotif olmuştur. Bloktan üretilen plakalar ve diğer boyutlu ürünler, inşaatlarda dış ve iç cephe kaplamasında, taban döşemesinde, merdiven basamağında, küpeşte, taşıyıcı sütun yapımında, mutfak tezgâhında, mezar düzenlemesinde kullanılır (DPT 2001). Özellikle turizmin geliştiği bölgelerde yapılan turizm tesislerinde de yoğun şekilde mermer kullanımı tercih edilmektedir. Ayrıca, son yıllarda büyük şehirlerde park ve bahçeler ile cadde ve trotuarlarında da mermer kullanılmaktadır (Satırcı 1999).

Mermerin bir başka kullanım alanı da, sanatsal kullanımıdır. Mermer yapısı ve dayanıklılığı itibari sanatsal alanlarda kullanıma en uygun malzemedir. Yüzyıllar öncesinden günümüze gelen heykel vb. sanat eserlerinde de kullanılmaktadır (İstanbul Mermer ve Granit İşleyicileri Esnaf Odası 2005).

2.4.2 Granitin Kullanım Alanları

Eski çağlarda üretimi ve işlenmesi çok zor şartlarda gerçekleştirilen granit, günümüzde gelişmiş metotlarla üretilmekte ve yüksek teknoloji ile işlenerek yapı sektörünün dış cephe kaplamasından zemin döşemelerine, merdivenlerden mutfak ve banyo tezgâhlarında, asansör sövelerinden şöminelere kadar çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Günümüzün en dayanıklı ve estetik yapı malzemesi olan granit, zengin renk ve doku çeşitliliğine sahiptir. Kolay temizlenebilir oluşuyla da iç ve dış mekanlarda kullanılabilecek en işlevsel ve hijyenik malzemedir. Ülkemizde 90'lı yılların başında yaygın olarak kullanıma giren granit, tüm bu avantajları nedeniyle, özellikle büyük proje uygulamalarında kullanılmaktadır. İç mekanda duvar kaplama, yer döşemesi, merdiven basamak ve rıhtları, korkuluk, tırabzan, denizlik, kapı eşiği, süpürgelik, asansör ve kapı söveleri, banyo ve mutfak tezgâhları, masa ve sehpalar, banko, şömine, dekoratif eşyalar, ve kolon kaplama olarak kullanılmaktadır. Dış cephede ise, yer döşeme kaplama taşları, merdiven basamakları, kaldırım taşları ve bordürleri, havuz ve çeşme, sütun küpeşte ve kemerler, yüzme havuzu kaplamaları, anıt ve heykeller, bahçe düzenlemesi için işlenmiş taşlar olarak kullanılmaktadır (Angı 2007)

2.5 Doğal Taşların Bozunmaları

En eski yapı malzemelerinden biri olarak doğal yapı taşları, genellikle dayanıklılığın ve sürekliliğin sembolü olarak bilinmektedir. Ancak taşların farklı kullanım alanlarına ve yerlerine bağlı olarak, doğrudan veya dolaylı çevresel etkileşimler sonucu bozunmaya maruz kaldıkları görülmüştür. Çevresel etkenlere bağlı olarak bozunma mekanizması, genel olarak fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozunma olmak üzere üç ana başlık altında ele alınabilmektedir. Farklı şekillerde oluşan kayaçlardaki bozunmayı önlemek için öncelikle bozunmaya neden olan faktörlerin ayrıntılı olarak belirlenmesi gerekmektedir. Günümüzde bozunmaya neden olan faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmaların

giderek arttığı ve bozunmaya neden olan deprem, yangın, su baskını, rüzgâr, donma-çözünme, sıcaklık dalgalanmaları, kimyasal malzemeler, kirlilik, tuz kristalleşmesi ve biyolojik bozunma ile ilgili pek çok çalışma görmek mümkündür (Öcal ve Dal 2012).

Hava ve suyun etkisiyle kayaların özelliklerini değiştiren en önemli unsurlardan bir tanesi olan ayrışma veya bozunma kaya kütlelerinin doğal ve yapay nedenlerden dolayı geri dönüşümü olmayan tepkimelerdir (Price 1995). Taşın zamana bağlı olarak hava değişimleri karşısındaki dayanımı, bünyesi, dokusu, kimyasal ve mineralojik yapısı, jeolojik oluşumu gibi içsel faktörler ile dış hava koşullarına bağlıdır. Kültürel mirasın alterasyon (değişim) ve bozulmasına fiziksel, kimyasal ve biyolojik fenomenleri içeren doğal ve antropojenik faktörler sebep olmaktadır. Bozulma süreçleri sıkça faz geçişleri şeklinde gerçekleşmektedir, çoğunun gerçekleşmesi için aylar, yıllar veya bazen yüzyıl dahi gerektirilebilir (Benedetti *et al.* 2008). Bozulma sürecinde, bu etkiler kimi zaman tek başına etki ederken çoğu zamanda bu etkilerin birleşmesi ile oluşur. Birçok durumda fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulma faktörleri doğal taşın çeşidine ve bulunduğu şartlara göre farklı bozulma çeşitlerine sebep olur (Özgünler ve Gürdal 2008, Al-Naddaf 2009). Tarihi eserler kapsamındaki anıt ve yapılardaki bozulmalar, iç etkenler ve dış etkenler olmak üzere iki başlık altında toplanabilir (Akarish and Shoeib 2011). Eserin malzeme özellikleri, mineralojik yapısı, kimyasal içeriği, hatalı malzeme kullanımı, kötü işçilik ve kötü malzeme kullanımı gibi bozulma kaynakları iç nedenler sayılmaktadır. Doğal etkenler, insanların verdiği zararlar, yangınlar, savaş, yoğun trafik, çarpık kentleşme, bayındırlık etkinlikleri gibi bozulma kaynakları dış nedenleri oluşturmaktadır. Kontrol edilebilir etkenler dışındaki etkenler ise; doğal afetler, depremler gibi kontrol edilemeyen etkenler ile kötü kullanım veya uzman olmayan kişilerce yapılan onarımlar yani kötü işçilik, savaşlar ve vandalizm ve grafiti gibi insanların neden oldukları etkenleri sıralayabiliriz (McCabe *et al.* 2007, Doehne and Price 2010, Tintin 2012).

2.5.1 Doğal Taşların Yapısından Kaynaklanan Bozunmalar

Kayaçlar bir veya birkaç farklı minerallerden oluşur. Çeşitli etkilerle (ısı, basınç, doğal şartlardan) çeşitli etkenlerle bu mineralojik yapı bozulabilir. Taş cinslerine göre bozulma oranları da farklıdır. Jips, kireçtaşı, konglomeralar, killi taşlar ve marn gibi

kayaçlarda bozulma daha fazla olur. Yapısında silisyum dioksit yani kuvars bulunan kayaçlarda ise bozulma oranı daha düşüktür. Buna bağlı olarak, magmatik kayaçlarda granit, gabro, bazalt, andezit ve diyorit gibi kayaçlar bu yönden çok dirençlidirler. Taşın yapısından kaynaklanan ayrışmalar, taşın litolojisi, mineralojik ve petrografik özellikleri, yapısal özellikleri, kimyasal bileşimi, fiziko-mekanik özellikleri gibi durumlardan kaynaklanır (Matovic *et al.* 2000, Paradise 2000, Öcal ve Dal 2012).

2.5.1.1 Doğal Taşların Mineral ve Kimyasal İçeriği

Kayaçlar, bir veya bir kaç mineralin birleşmesiyle oluşur. Çeşitli etkilerle (ısı, basınç, atmosferik ve doğal şartlardan) bu mineralojik yapı bozulabilir. Kayaçların kırılmaya karşı gösterdikleri direnç, kristallenme derecesine ve içlerinde bulunan minerallerin suya karşı olan hassasiyetine bağlıdır. Taş cinslerine göre bozulma oranları da farklıdır (Paradise 2000, Rizzo *et al.* 2009). Yerinde ve laboratuvarında yapılan gözlemlerden elde edilen sonuçlara göre sedimenter taşlarda bozulma-ayrışma, metamorfik ve magmatik taşlara oranla çok daha hızlı olmaktadır. Özellikle kireçtaşı, konglomera ve kumtaşlarında erime, çiçeklenme, ayrılma ve kabuk oluşumu şeklindeki değişimler daha çok görülür. Metamorfik ve magmatik kökenli taşlarda yapı ve dokuları sebebiyle, tortul taşlara göre daha dayanıklıdır. Metamorfik kayaçlar ise, başkalaşım geçirmeleri nedeniyle çizgisel yapı gösterilebilirler, bu yapıda kayacın direnci azalabilir (Erguvanlı 1955, Lee and Eun Yı 2007, Yıldırım 2007). Mineral çeşitliliği fazla olan bir taş termik sıçramaya maruz kaldığında, değişen mineral türlerine göre farklı genleşme ve çekme hareketleri meydana gelmektedir. Bunun sonucunda taşta minerallerin farklı yönelmelerine göre etkisi artan bir iç basınç oluşturmaktadır. Taşın ısınması ve soğumasıyla görülen bu etki, özellikle heterojen malzemelerde taneciklerin ufalanmasına yol açmaktadır (Doehne and Price 2010, Şener 2000).

2.5.1.2 Doğal Taşların Yapısal Özellikleri

Taşın sağlamlığı kristal yapısına bağlı olmasına yani ince kristallilerin iri kristallilere göre birbirine kenetlenme derecesi daha fazladır. Kristal büyüklüğü arttıkça çekme kuvveti azalır. Böyle bir taş kolayca çözünebilir. Bu durum, sedimenter taşlarda tane

büyüklüğüne bağlıdır. Yani ince taneli sıkı yapılı kayaçlar daha az bozulurlar, iri taneli kayaçlar ise bozulma sürecini hızlı bir şekilde yaşarlar. Örneğin; dokusal anlamda magmatik kayaçların hepsi taneli olduğu için bozulmaları zordur (Erguvanlı 1955, Yıldırım 2007).

2.5.1.3 Doğal Taşların Fiziksel Özellikleri

Birçok taşın oluşumu homojen değildir. O yüzden doğal taşların içerisinde yatay dikey değişimler veya yer yer boşluklar görülebilir. Taşın birim hacim ağırlığı, su emme, porozite şeklinde bilinen fiziksel özellikler dış etkenler karşısında taşın davranışını belirlemektedir. Yapı taşları genelde 2,4 ile 2,8 ton/m³ arasında bir yoğunluğa sahiptir. Bu değerlerin altında yoğunluğa sahip taşların direnci düşüktür. Üstündeki yoğunluklarda ise taşların üzerine yük geldiği zaman kısa sürede yorulma görülebilir (Heinrichs 2008). Daha büyük yoğunluktaki taşlar daha çabuk yoruldukları için taşıyıcı eleman olarak kullanılmazlar. Bu taşlar, ancak temellerde dolgu malzemesi veya döşeme kaplaması olarak kullanılırlar (Yıldırım 2007).

2.5.2 Dış Etkilerden Kaynaklanan Bozunmalar

2.5.2.1 Petrografik Nedenler

Bazı taşlar çok eski olmalarına karşın çok iyi korunmuşlardır. Bazı durumlarda ise bozunmalar yalnızca bir kaç taşa görülür, diğerleri ise çok iyi durumda olur. Hâlbuki bu taşlar aynı ocaklardan gelmiştir. Aynı kaynaktan gelmesine karşın değişik karakterler ve kaliteler görülebilir. Çünkü kayaçlardaki bu ayrılıkların kökeninde yoğunlukla petrografik nedenler vardır. Örneğin en iyi kalker katmanları arasında yoğunlukla hava koşullarına karşı yeterli dayanıklılığı olmayan marnlı katmanlar olabilir. Kayaçların uyumsuzluğu bölgesel tektonik basınçların ya da belirli bir dereceye kadar başlamış olan bünyesel bozulmanın da bir sonucu olabilir. Her zaman en iyi taş ocaklarında bile iyi olmayan katmanlar vardır (Erguvanlı 1955, Garzonio *et al.* 2000, Yıldırım 2007). Taş ocaktan çıkarılmadan önce tabakalar halinde bulunabilir. Bu tabakaların arasında nemlenme olabileceği için tabakalar arasında sıkışmış olarak bulunan doğal taşlar

yerinden alındıktan sonra hemen kullanılmamalıdır. Çünkü taş çıkarıldıktan sonra ortam değiştirmiş, tabakaların üzerindeki baskısı kalkmıştır. Bir süre sonra taşın, basıncın aksi yönünde bir taşın çatlaması, bu hareketin düşünülmediği ortamlarda ise taşın işlendikten sonra yerinde çalıştığı ve deformasyonlara uğradığı görülmüştür (Erguvanlı 1955). Bunun sonucu kullanılan yerlerde çeşitli problemlerle karşılaşılır. Dolayısıyla taşlar işlenmeden evvel bekletilmeli, taşlara çalışma ve dinlenme süresi verilmelidir (Yıldırım 2007).

2.5.2.2 Mekanik Nedenler

Kuvvet etkisinin miktarına göre malzemelerin molekül ve atomları arasında sapmalar olur, malzemeler parçalanır ve kopar. Aşırı ve devamlı yüke maruz kalan taşın yanlarında oluşan çekme kuvveti yapı malzemelerinde ve kayalarda önce deformasyona, sonrasında küçük çatlaklara ve kırılmalara sebep olmaktadır (Eren 1997).

A- Taşın nemliliği: Taş ocaktan çıkarılmadan önce tabakalar halinde bulunabilir. Bu tabakaların arasında nemlenme söz konusuysa taşlar ocaktan çıkarıldıktan sonra dinlendirilmelidir. Yoksa taşta çalışma devam eder. Bunun sonucu kullanılan yerlerde çeşitli sorunlar görülebilir.

B- Madeni malzemenin korozyonu: Taş içerisinde bulunan metal oksitler/metaller taş korozyona uğradığı zaman etrafında basınç oluştururlar. Bu durum taşta patlama veya kopma meydana getirir.

C- Deprem ve titreşim etkenleri: Oluşan depremler sonucu yapılarda çatlaklıklar görülebilir. Bunun dışında büyük kentlerde trafiğin patlamaları, uçakların yarattığı titreşimler de taşların bozulmalarına neden olabilir (Öcal ve Dal 2012).

2.5.2.3 Isı Etkisi

Sıcaklık farklılıklarından kaynaklanan genleşmeler taneler arasında farklı yönlerde basınç oluşturur. Bu olayın sürekli tekrarında bünyede kılcal çatlaklar gelişir. Çatlaklar zamanla taşın fiziksel olarak parçalanmasına ve ufalanmasına sebep olur. Fiziksel

parçalanmada taşın yapısında herhangi bir kimyasal değişmeye sebebiyet göstermez. Taşın bünyesi ufak parçalara bölünür. Bu olaylar deniz seviyesinden yüksek yerlerde, kuru iklim bölgelerinde daha fazla görülür. Her fiziksel deformasyon bir kimyasal aşınma olayına basamak olur (Al-Naddaf 2009, Doehne and Price 2010). Sıcaklık farklarından kaynaklanan bozulmanın diğer bir yönü de, sıcaklık döngülerinin kristaller arası bağlarda kopmalara sebep olduğu ve bu suretle malzemenin su absorpsiyonunda ve porozitesinde artışa neden olmasından kaynaklanmaktadır (Wessman 1997, Lindborg and Dunakin 2000, Akçaözoğlu vd. 2008).

2.5.2.4 Don Etkisi

Doğal taşlarda don etkisi çok fazla gözlenmekle birlikte fiziksel parçalanmayı meydana getiren faktörlerin başında gelir (Mitchell *et al.* 2000). Taş içerisinde ince kılcal damarlar ve geniş gözenekler bulunmaktadır. Kılcal damarlar tarafından taşınan su gözeneklerde toplanır. Sıcaklık 0° C'nin altına düştüğünde gözeneklerde toplanan su katı hale dönüşerek buz kristalleri oluşturur. Suyun kristal hale dönüşmesiyle meydana gelen %9 hacim artışı taş içerisinde bir iç basınç yaratır (Rota and Doria 1988). Kristalleşme olayı eğer taşın iç tarafında gerçekleşirse çok etkili olmamakla birlikte, taş yüzeyinde ya da yüzeye yakın bir bölgede gerçekleşirse daha çok zayıflamış alanlarda etkili olacak şekilde ufalanma, yapraklanma ve çatlama/kırılma biçiminde görülen bozulmalara yol açacaktır (Şener 2000). Donma hasarları daha çok taşın yüzeye yakın bölgelerinde ortaya çıktığı için yüzeysel yapıya büyük ölçüde zarar verir. Dış etkilere açık yüzeyde en şiddetli boyutta görülen bu olay, malzemenin zamanla tozlaşım erozyonuna neden olur (McCabe *et al.* 2007). Don olayının oluşması için ortamda suyun bulunması şart değildir. Taşın kristal yapısı da aşırı soğuk karşısında deformasyona uğrayabilmektedir. Don olayı genellikle havada gerçekleşirken, erime hem havada hem de suda gerçekleşebilmektedir. Taşın gözenekli yapısı, bozulma dayanım parametresi için çok önemlidir. (Rota and Doria 1988, Küçükkaya 2004).

2.5.2.5 Atmosferik Etkiler

Doğal taşların kötü hava ve atmosferik şartlarına maruz kalması her zaman bir sorun

oluşturmuştur. Küresel dünyada genelinde gözlenen tahribatlarıFn çoğu savaş veya vandalizm ile ilişkilendirilse bile bunların dışında önemli derecede bozulmaya sebep olan birçok neden vardır. Yapılan bazı çalışmaların sonucunda yapıtların çoğunun son bin yılın sonunda ağırlıklı olarak antropojenik çevresel etkilerden dolayı deformasyonda uğrayacağı tahminlerinde bulunulmuştur (Siegesmund *et al.* 2008).

2.5.2.6 Güneş Etkisi/UV Işınları

Güneşin etkisiyle oluşan sıcak/soğuk sıcaklık farklılıkları, doğal taşların gerçek renklerinden çok farklı renklere dönüştürebilir. Örneğin; sarımsı beyaz travertenler yoğun güneş etkisiyle önce sarıya sonra turuncuya dönüşebilir. Yine organik madde istida eden kayaçlar güneşin etkisiyle koyulaşabilirler. Mermerlerde ise, yapı renginde renkli damarlar ya da lekeler oluşur. Farklı renk mineralleri içeren taşlar, örneğin granit doğrudan güneş ışınlarına maruz kaldığı zaman ara yüzeyde differansiyel termal genleşme gerilmeleri oluşabilmektedir. Oluşan bu gerilme kuvvetleri de taşta önemli zararlar verebilmektedir (Doehne and Price 2010).

2.5.2.7 Rüzgâr Etkisi

Rüzgâr, taş anıtları etkileyen diğer ayrışma faktörü olarak kabul edilebilir. Taşın parçalanmasında doğrudan etkili olmamasına rağmen gevşemiş taş malzemenin erozyonunda ve tuzlu suyun buharlaşıp taş yüzeyine taşınmasına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Heinrichs 2008). Toz partikülleri, şiddetli yağmur, dolu veya kar, rüzgârla birlikte bir malzemenin yüzeyine estiğinde aşınma ve erozyona ayrıca nem durumunu etkileyerek doğal taşın bozunmasına neden olur. Rüzgâr, kurumayı hızlandırır ancak diğer taraftan yağmur suyunu gözeneklerden içeri girmeye zorlayarak taşın nem içeriğini artırır (Bede 2000, Matovic *et al.* 2000).

2.5.2.8 Doğal Felaketlerin Etkisi

Doğal felaketler içinden en önemlisi depremlerdir. Depremler bütün yapılara olduğu gibi doğal taşlara da zarar vermektedirler. Oluşan depremler sonucu yapılarda kullanılan

taşlardaki çatlaklıklar genişler ya da yeni kılcal çatlaklar meydana gelir. Her zaman depremlerin görülmemesinden dolayı bozulma nedenleri içinde sadece sıralanır. Depremler, gel-git olayı, heyelan, toprak hareketleri, volkanik patlamalar ve yaydıkları gazlar, siklon, fırtına, kasırga, tayfun, sel, su baskını ve aşırı su birikimi durumları, çığ, kar kütlelerinin kaymaları olarak sıralanabilirler (Yıldırım 2007).

2.5.2.9 Titreşim Etkisi

İnsanların farkında olmadan sebebiyet verdiği titreşimler; trafikten oluşan titreşimler, uçakların verdiği titreşimler, çeşitli iş makinelerinin oluşturduğu titreşimlerdir. Trafiğin, trenlerin, uçakların, makinelerin ve sesli patlamaların sebep olduğu bu titreşimler, yapılarda devamlı basınca ve gerilim değişmesine sebep olur. Yol trafiği, yapılara ve temellerinde titreşime sebep olur. Otobüs ve traktör gibi daha büyük araçların yol açtığı titreşimlerin etkisi daha zarar verici sonuçlar doğurmaktadır (Dal 2005). Tarihi kentlerin insan ve at arabası trafiğine göre düzenlenmiş olan sokak dokusunun kamyon vb. ağır taşıt trafiğine açılması, bu yollar çevresindeki yapılarda titreşimler ve temellere yapılan baskı sonucu ortaya çıkan bozulmalara neden olmaktadır (Ahunbay 1996).

2.5.2.10 Hava ve Çevre Kirliliği Etkisi

Hava kirliliğinin taş binalar üzerinde olumsuz etkilerinin ilk çalışması Londra'da 1863 yılında gerçekleştirilmiştir (Benedetti *et al.* 2008). Son yıllarda artan hava kirliliği tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kültürel eserlerimizin hızlı ve artan bir şekilde bozulmasına yol açan en önemli çevre faktörünü oluşturmaktadır (Tecer 2005). Kirliliğe neden olan çeşitli maddeler, yeryüzünde var olan hemen hemen bütün canlı ve cansız varlıklar üzerinde zararlı etkilere neden olmaktadır. Bu cansız varlıklar içerisinde yer alan anıtlar ve binalar da, atmosferik kirliliğinin etkilerinden önemli ölçüde zarar görmektedir (Gökaltun 2004). Hava kirliliği meteorolojik faktörlere, oluşan kirliliğin miktarına göre belirlenir (Doehne and Price 2010). Son yıllarda çeşitli kaynaklardan atmosfere bırakılan hava kirleticileri, özellikle kentsel bölgelerde pek çok sisteme zarar vermektedir (Dei and Salvadori 2006). Şehirlerin bir bakıma kimliklerini temsil eden tarihi anıtlar da kirleticilerin zararlarına maruz kalmaktadır. Yapı malzemelerinin

bozunmasında rol oynayan tüm parametreler kompleks bir etki yapmakta ve yüksek oranda değişkenlik göstermektedir. Bunun için, doğal bir malzemenin bozunma davranışının belirlenmesi oldukça zordur (Fassina 1988, Steiger *et al.* 1993). Ancak bu konuda yapılan çeşitli çalışmaların sonuçları, malzemelerin bozunmasında; farklı tip hava kirleticiler, iklimsel bileşikler, mikrobiyolojik faktörler, metal oksitlere benzer katalizörler, kil mineralleri, SO₂, NO_x ve organik maddelerin hazır bulunmasının önemli rol oynadığını göstermektedir (Fassina 1988, Böke *et al.* 1992, Bede 2000, Tecer 2005).

2.5.2.11 Yangın Etkisi

Yangınlarda, taş yüzeyleri hızlı bir şekilde ısındığı için hacimce genişler. Bunun sonucu yüzeyde gerilim artar ve taşın kopmalar meydana gelebilir. Yangın etkisiyle taş malzemede meydana gelen kimyasal değişimler ise, molekül yapısının bozulması ve karbonlaşma olayıdır. İnorganik grupta yer alan doğal taş malzemelerin bünyesinde bulunan CaCO₃, CaSO₄, Ca(OH)₂, yangın anında kimyasal bir değişime uğrayarak, malzemenin molekül yapısının bozulmasına yol açar (Sarıışık 2007). Yanma, malzemenin hidrojenden kurtulması ve oksijenin absorbasyonunu oluşturan sıcaklık ve akkor haline gelme olayıdır. Sıcaklık etkisi ile malzeme erimekte veya kimyasal ayrışmaya uğramaktadır (McCabe *et al.* 2007). Sıcaklık taşın derinliklerine doğru farklı drajelerde etki ettiği için restorasyon sırasında yüzeydeki bozulan kısım temizlenmelidir. Geri kalan sağlam kısım ise işlem yapılmadan bırakılmalıdır. Hafif yangınlarda ise taşların yüzeylerinde kararmalar ve lekeler oluşur (Heinrichs 2008).

2.6 Doğal Taşların Temizlenmesi

Taş yüzeyleri değişik etkilere dolaylı bozulduğu zaman öncelikle taşın korunması sağlanır. Arkasından da gerekiyorsa restorasyon uygulanır. Taş ocaktan çıkarıldıktan ve kullanıldıktan sonra yüzeyinde renk değişimi olur. Bu değişim gerek kimyasal etkilere gerek fiziki şartlardan kaynaklanır. Taşın yüzeyindeki ince film tabakası kalınlığında bir kabuğun oluşmasıyla patina dediğimiz bir yapı meydana gelir. Patina taşta zarar veren bir katman değildir. Aksine koruyucudur. Patinanın olmadığı yerlerde oluşan kirlilik taş bozabilir. Patina oksalat mineralleri kalsit ve jipsten oluşur. Kir ise,

kabuk ve sülfür etkili maddelerden meydana gelir. Taştaki kir taşı orijinal yapısından farklı maddelerin yüzeyde birikmesiyle oluşur. İçerisinde mikroorganizmalar zararlı bitkiler, tuz ve asit birikimleri ve hava koşullarının oluşturduğu diğer etmenler vardır.

Kirlilik;

- 1) Toz birikim,
- 2) Betonlaşmış kalın kabuk oluşumu,
- 3) Biyolojik büyüme,
- 4) Metalden kaynaklanan kirler,
- 5) Renk değişimi,
- 6) Tuz lekeleri vb. şeklinde sınıflandırılır (MEB 2013_{ii}).

Bu kirlerin temizlenmesindeki yöntemler aşağıdaki gibidir.

2.6.1 Mekanik Temizlik

A- Su ile Yapılan Temizlik: Yüzeydeki çözünebilir veya az çözünebilir kabukları uzaklaştırmak için basit fakat en çok kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde su yüzeye atomize (zerrecikler halinde) püskürtülür. Su zerrecikleri yüzeye direkt olarak püskürtülmemeli ve çok yıpranmış taşlara uygulanmamalıdır. Çünkü suyun çözücü hareketi, yüzeyden kopmalara ve patinanın kaybolmasına neden olabilir (Güneri 2009).

B- Kuru Olarak Yapılan Temizlik: Kuru olarak yapılan temizlikte iki ayrı yöntem uygulanır. İlk yöntem mekanik el aletleriyle, ikinci yöntem ise yüzeye çok ince taneli kum püskürtülerek temizlik yapılmasıdır. Yalnız kum püskürtme çok kontrollü yapılmalıdır. Aksi takdirde, yüzeyde pürüz ya da çukurlaşma meydana gelebilir. Alüminyum, mikro cam kürecikler ince doğal kum taşın sertliğine göre 1,5-3 atm. basıncında taş yüzeyine kontrollü bir şekilde püskürtülür. Uygulama sırasında kontrol çok önemlidir. Bilhassa heykel temizliklerinde yüzey deformasyona uğrayabilir (MEB 2013_{ii}).

C- Lazerle Yapılan Temizlik: Bu yöntem makine ve ekipman açısından pahalı bir yöntemdir. Genelde değerli taş malzemelerin ya da değerli heykellerin temizliğinde kullanılır. Öncelikle yüzey bilgisayar ortamına aktarılır. Eserdeki kirli alanlar tespit edilir. O alanları lazerle noktasal anlamada temizlik yapılır. Ama kural, kirin lazer radyasyonunu altında yatan cisimden daha düşük şekilde emmesidir. Yüzeydeki kir ısınır, genişir böylece yüzeyden kopar (MEB 2013_{ii}).

2.6.2 Kimyasal Temizlik

A- Asit Temizleyicilerle Yapılan Temizlik: Doğal taşları kirden arındırmak için öncelikle yüzey ıslatılır veya nemlendirilir. Sonra yüzey fırçalanır ve arkasından yüzeye hidroflorik asit kimyasalı uygulanır. Bu uygulamanın hemen sonrasında basınçlı su sıkılmasıyla asidik kimyasallar yüzeyden arındırılır. Aksi takdirde yüzeyde lekeler oluşabilir (MEB 2013_{ii}).

B- Alkollerle Yapılan Temizlik: Doğal taş yüzeyinde kuş pislikleri veya bitkilerin meydana getirdiği lekeler alkali maddelerle temizlenir. Öncelikle hidrojen peroksitten oluşturulan çözeltiler kullanılır. Bu madde, çözelti içerisine temizlenecek yüzeydeki iyot ve tuz lekelerin büyüklüğüne göre orantılı olarak konulur ve bu sayede yüzey kirden arındırılır. Eğer taş yüzeyinde metallere kaynaklanan pas lekeleri varsa okjenik asitle temizleme işlemi yapılır (MEB 2013_{ii}).

C- Kimyasallar İle Yapılan Temizlik: Bu tip çözeltiler doğal taş yüzeyindeki ince kabukları kaldırmak için kullanılır. Yalnız kabuk kalınlığı 1 mm'yi geçmediği takdirde bu çözeltiler kullanılabilir. Bu karışımları uygulamak ve lekeleri yok etmek için lekeli yüzeyler su ile temizlenip nemlendirilmesi sağlanır. Taşın yüzeyindeki leke durumuna göre hangi kimyasalın kullanılacağı kararlaştırılır. Lapa kimyasalla karıştırılır ve lekenin üzerine sürülür. Lapa kurduğunda yüzey temizlenir ve silinir.

Kimyasal temizliğin fayda ve zararları ise; bu temizleme yöntemi yavaştır. Kontrol edilmesi kolay değildir. Kalın kabuklarda etkisi çok azdır. Çok küçük gözenekli yüzeylerden bu tip yöntemle kirlerin kaldırılması zor olur. Taş içerisindeki demir, manganez gibi renkli minerallerin hareketine bağlı olarak lekeler oluşabilir. Bu lekelenmeyi yok ettiğimizde ise yüzeyde beyazlaşma söz konusu olur (MEB 2013_{ii}).

Genel olarak ev, hastane, avm gibi ortak yaşam alanlarında kullanılan doğal taşların temizliği deterjanlar, genel yüzey temizleyicisi, çamaşır suyu, sıvı ovma krem gibi kimyasallar kullanılır. Bu kimyasallar, içerisinde esas temizleyici olarak değişik tipteki yüzey aktif maddeleri ihtiva eden veya etmeyen ve temizleme işlemine yardımcı diğer maddeler bulunduran toz, granül, yumuşak kıvamlı veya sıvı karışımlardır. İçeriklerinde çeşitli fosfat, zeolit, bentonit, karbonat, silikat ve perborat gibi katkı maddeler bulunur. Kireçlenmeyi, paslanmayı ve güçlü lekeleri ise içeriğinde kuvvetli asit içeren tuz ruhu, kireç çözücü gibi kimyasallar kullanılır.

Birde doğal taş temizliğinde jeller kullanılmaktadır. Bunlar, dik yüzeylere uygulanmak için kalınlaştırıcı eklenmiş çok zayıf bazik karışımlardır. Böylece çözelti halindeki aktif madde, temizlenecek yüzeye temasıyla taşın iç kısımlarına nüfus eder. Çözelti pH'nın 7- 8 (nötr veya çok az bazik) civarında tutulması, yıpratıcı etkiyi azaltmak ve zararlı yan ürünlerin oluşmasını önlemek için gereklidir. Jelin etkinliğini arttırmak için, uygulama esnasında, üzerinin ince plastik örtü veya alüminyum folyo ile kapatılarak çözücünün buharlaşmasına engel olunması gerekir. Jel taş üzerinden alınıp, yüzey su ve gerekirse plastik fırça ile temizlendikten sonra taş deiyonize suyla yıkanarak bazik kimyasal maddeler tamamıyla uzaklaştırılmalıdır. Bu yöntemi kimyasal maddelerin yıkanarak uzaklaştırmanın çok güç olduğu gözenekli taşlarda uygulamak sakıncalıdır (Güneri 2009).

3. MATERYAL ve METOD

3.1 Materyal

3.1.1 Bej Mermer ve Granit Numuneleri

Deneyde kullanılan numuneler piyasada yaygın olarak kullanılan Bilecik Rozalya Bej Mermer ve Aksaray Yaylak Granit olarak seçilmiştir (Şekil 3.1). Bilecik Rozalya Bej Mermer numuneleri cilalı olarak 10x10x2 cm boyutlarında 210 adet Afyon Merdivenci Mermer İnş. San. Tic. Ltd. Şti firmasından; Aksaray Yaylak Granit numuneleri ise cilalı olarak, 10x10x2 cm boyutlarında 210 adet Eskişehir Fırat Mermer A.Ş. firmasından temin edilmiştir.



Şekil 3.1 Bilecik Rozalya Bej Mermer (a) ve Aksaray Yaylak Granit (b).

3.1.2 Kimyasallar

Evlerde, otellerde vb. yerlerde yüzey temizleme ve genel anlamda temizlik işlerinde kullanılan on farklı kimyasal temizleyici ürünler (kireç çözücü, tuz ruhu, arap sabunu, yüzey temizleyici, çamaşır suyu, kezzap, sıvı ovma krem, bulaşık deterjanı, yağ çözücü ve tiner) her birinden 5'er kg olarak Eskişehir Detsan Kimya'dan temin edilmiştir. Çizelge 3.1' de bu kimyasallarla ilgili detaylı bilgiler verilmiş olup, toplu fotoğrafları da Şekil 3.2' de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Kullanılan temizleyici kimyasal ürünler.

Çizelge 3.1 Temizleyici kimyasal ürünler hakkında detaylı bilgiler.

Kullanılan Temizleyici Kimyasal Ürünün Adı	Üretici Firma	İçeriği	PH Değeri (PH Kağıdıyla Ölçülen)	Türü
Kireç Çözücü	Detsan Kimya San. ve Tic. Ltd. Şirketi	% 20 derişimli nitrik asit, %2-6 fosforik asit	0,5	Asidik
Tuz Ruhı	Detsan Kimya San. ve Tic. Ltd. Şirketi	%20 derişimli hidroklorik asit	0,5	Asidik
Kezzap	Detsan Kimya San. ve Tic. Ltd. Şirketi	% 56 derişimli nitrik asit	0,5	Asidik
Sentetik Tiner	Detsan Kimya San. ve Tic. Ltd. Şirketi	Alifatik ve aromatik hidrokarbon	6,00	Nötre yakın Asidik
Yüzey Temizleyicisi	Detsan Kimya San. ve Tic. Ltd. Şirketi	Anyonik madde <%5 noniyonik madde <%5, methylisothiazolinone	7,00	Nötr
Bulaşık Deterjanı	Detsan Kimya San. ve Tic. Ltd. Şirketi	Alkil benzen sülfonik asit, sodyum tuzu 5-10% etoksilatlı sülfat 1-5%	7,00	Nötr
Sıvı Ovma Krem	Detsan Kimya San. ve Tic. Ltd. Şirketi	Anyonik yüzey aktif madde <%5, noniyonik yüzey aktif madde<%5benzinsothiazolinone	11,00	Bazik
Çamaşır Suyu	Detsan Kimya San. ve Tic. Ltd. Şirketi	Sodyum hipoklorit <%4,5 sodyum hidroksit <%5	11,00	Bazik
Yağ Çözücü	Detsan Kimya San. ve Tic. Ltd. Şirketi	Noniyonik aktif madde<%5, sodyum hidroksit %1-3	13,00	Bazik
Arap Sabunu	Detsan Kimya San. ve Tic. Ltd. Şirketi	%20-25 yağ asidi <%5 alkali madde	9,00	Bazik

Temizlik kimyasalları ile ilgili bilgiler aşağıda kısaca verilmiştir.

1) Kireç çözücü: İçeriğinde su ve nitrik asit (HNO_3) kimyasalı mevcuttur. Soğutma ve ısıtma sistemleri, buhar kazanları, beton mikserleri, inşaat, sanayi, suyun geçtiği yüzeylerde oluşan kireç, yosun, pas, leke, tortuları çözmek ve özellikle inşaat sonrası kalan çimento ve kireç tabakalarını metal, fayans ve tuvalet, banyo, fayans temizliği vs. gibi yüzeylerden uzaklaştırmada ve normal temizleyicilerle temizlenemeyen beton ve taş zeminlerini yağ ve kirden arındırmada kullanılır. Kireç ve üre taşı oluşmasını önler (İnt.Kyn.2).

2) Bulaşık Deterjanı: İçeriğinde labsa, kostik soda, magnezyum (katı halde, kristal şeklinde), cosmacol, formaldehit (HC_2O), esans ve boya karışımı mevcuttur. Magnezyum, kıvam vermek için ilave edilen beyaz renkli kristal halinde olan bir maddedir. Ürünün uzun süre dayanıklılığını koruması için formaldehit ilave edilir. Labsa suda çözüldüğünde bal rengini alır. Labsa sıvı bir maddedir. Labsa ve kostik ph ayarlanmasında kullanılır ve cilde zarar vermesi önlenir. Deterjanın nötr olması istenir. $\text{pH} = 6,5-7$ civarında olmalıdır. Nötrleşmeyi sağlamak için de labsa ve kostik önemli bir maddedir. Labsa ve kostik oranı da önemlidir. Kostik soda NaOH ' ın genel adıdır. Labsa asidik özellik sağlar. Fayans, fırın, lavabo, mutfak tezgahları ve banyo gibi hassas yüzeylerin temizliğinde kullanılır (İnt.Kyn.2).

3) Tuz Ruhu: Tuz ruhu kimyasalı % 35 asit (HCl) ve su karışımından oluşur. Kimyasalın pH 'ı $1,00 < \text{pH} < 2,0$ aralığındadır. Kendine has karakteristik bir kokusu vardır. Kireçlenmeyi önleyici özelliği vardır. Asidik özelliği sayesinde fayans, banyo ve lavabolardaki kireç, sabun ve yağ artıklarının temizliğinde kullanılır. Asit etkisiyle tabakalaşmış zor kirleri yok eder. Metal hariç, diğer yüzeylerde; tuvalet, banyo, lavabo vb. kir ve lekelerle karşı çok etkilidir (İnt.Kyn.2).

4) Yağ Çözücü: İçeriğinde bermacoll, kostik, forlanit, P-Dietanolamin, esans ve köpük kesiciler mevcuttur. Yağ çözücü, mutfak yağ lekelerinden temizlenmesi için, makinelerin çalışma prensibi gereği yağ ile çalışmasından dolayı makine kaportalarına, çevreye dökülen yağların iş kazalarına makinelere zarar vermesine veya makine bakım yapılırken istenmeyen yağların temizlenmesi için, hava alanları gibi pistlerin güvenlikleri açısından periyodik olarak asfalt kaynaklı veya beton zeminlerin emdiği

yağların zeminlerden temizlenmesi için ve bunun gibi çeşitli sektörlerde kullanılmaktadır (İnt.Kyn.2).

5) Arap Sabunu: Arap sabunu, bitkisel ve hayvansal yağ asitlerinin potasyum hidroksit ile reaksiyonundan elde edilir. Tüm turistik tesislerde, restoranlarda, özel işletmelerde, kamu kuruluşlarında ve genel olarak; bulaşık, duvar, çamaşır, koltuk, halı, araba ve tüm zeminlerin temizliğinde kullanılır (İnt.Kyn.3).

6) Kezzap: Bileşiminde üç oksijen, bir hidrojen ve bir azot bulunan kuvvetli bir asittir. HNO_3 formülüyle gösterilir. Konsantrasyonu arttıkça daha tehlikeli olmaktadır. Gliserin ile reaksiyona sokulduğunda nitrogliserin elde edilir. Gübre imalatı, metal sektörü, boya sanayii, patlayıcı maddeler sanayi, pH dengelemede, elektro polisaj işlemlerinde vb. alanlarda nitrik asit kullanılır. Nitrik asit patlayıcı madde olacak kimyasalları nitrata çevirdiğinden patlayıcı maddelerin çoğunda (dinamit, TNT vb.) kullanılır (İnt.Kyn.4).

7) Sıvı Ovma Krem: İçeriğinde kalsit, nonyonik, kostik, labsa, kokoamid, sodyum karbonat, su ve esans bulunmaktadır. Tuvalet, banyo, lavabo ve zemin vs. gibi yerlerin temizliğinde kullanılır (İnt.Kyn.5).

8) Tiner: Alifatik ve aromatik hidrokarbon çözücü esaslı, renksiz, berrak bir kimyasaldır. Her türlü sentetik sonkat boya, astar ve verniklerin inceltilmesinde, zemin veya tezgahdaki boya lekelerin çıkarılmasında ve uygulama araçlarının temizlenmesinde kullanılır (İnt.Kyn.6).

9) Çamaşır Suyu: Kimyasal adı sodyum hipoklorit (NaOCl) olan bir kimyasaldır. Yükseltgen olduğu için ağartma özelliğine, başka bir deyişle; etki ettiği maddenin rengini açma ve beyazlatma özelliğine sahiptir. Hastanelerde dezenfektan olarak, evlerde/binalarda zemin duvar temizliğinde, bulaşık yıkamada, su arıtımında, kimyasal savaşlarda, lavabolarda, tuvalette, banyoda yapılan temizlikte, çamaşırları beyazlatmak gibi vb. yerlerde kullanılır (İnt.Kyn.7).

10) Yüzey Temizleyici: Yüzey temizleyiciler, nonyonik ve/veya anyonik yüzey aktiflerden oluşan ve ayrıca pH ayarlamak için trietanolmain veya sodyum hidroksit (kostik) olarak kullanılan bir kimyasaldır. Kreşler, dispanserler, poliklinikler, hastaneler, oteller, profesyonel hijyenin gerektirdiği tüm işletmelerin cilalı yüzeylerinde kullanılır (İnt.Kyn.8).

3.2 Metod

3.2.1 Deneyin Yapılışı

Deneyde uygulanacak yöntemler basit bir şemayla Şekil 3.3' de gösterilmiştir. Tüm deneysel çalışmalar oda sıcaklığında (hava şartlarına bağlı olarak 21-25 °C arasında) ve normal atmosfer şartlarında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde, kısaca mermer diye tabir edilen doğal taş Bilecik Rozalya Bej Mermeri; Granit diye tabir edilen doğal taş ise Aksaray Yaylak Granitidir.

Etüvde 100 °C'de 24 saat kurutulan numuneler



Numunelerin tartımı ve kodlanması



Kimyasal uygulamadan önce
yapılan ölçümler

Numunelerin üzerine silindir boru yerleştirilmesi



Temizlik kimyasallarının hazırlanması



Numunelere kimyasalların uygulanması



Kimyasal uygulandıktan sonra
yapılan ölçümler

Yüzey parlaklık ölçümü



Yüzey renk ölçümü



Yüzey pürüzlülük ölçümü



Yüzey fotoğraflarının çekilmesi



Kütle ölçümü



Şekil 3.3 Deneyde uygulanacak yöntemin akım şeması ve testler.

i. Numunelerin Kodlanması

Etüvde 100 °C’ de 24 saat kalarak nemi alınmış numunelere, uygulama içerisinde birbiriyle karıştırılmaması açısından sembolik olarak harfler kodlanmıştır. Numune yüzeylerine kimyasallar, zaman ve konsantrasyon bakımından yapılan kodlamalar Çizelge 3.2, 3.3, 3.4’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Numunelerin kimyasallara maruz kalma süresi bazında kullanılan kodlar.

Kod	Maruz Kalma Süresi (saat)
0,5	Numune yüzeyinde kimyasalların 0,5 saat maruz kalma süresi
3,5	Numune yüzeyinde kimyasalların 3,5 saat maruz kalma süresi
14	Numune yüzeyinde kimyasalların 14 saat maruz kalma süresi
42	Numune yüzeyinde kimyasalların 42 saat maruz kalma süresi
84	Numune yüzeyinde kimyasalların 84 saat maruz kalma süresi
168	Numune yüzeyinde kimyasalların 168 saat maruz kalma süresi
840	Numune yüzeyinde kimyasalların 840 saat maruz kalma süresi

Çizelge 3.3 Kullanılan kimyasalların kodları.

Kod	Kimyasal ve Derişim	Kod	Kimyasal ve Derişim
ORJ	Orijinal Numune	YTD	Yüzey temizleyicisi Derişik %100
TRD	Tuz ruhu Derişik %100	YTO	Yüzey temizleyicisi Orta %50
TRO	Tuz ruhu Orta %50	YTS	Yüzey temizleyicisi Seyrelik %25
TRS	Tuz ruhu Seyrelik %25	YÇD	Yağ çözücü Derişik %100
KZD	Kezzap Derişik %100	YÇO	Yağ çözücü Orta %50
KZO	Kezzap Orta %50	YÇS	Yağ çözücü Seyrelik %25
KZS	Kezzap Seyrelik %25	ASD	Arap sabunu Derişik %100
KÇD	Kireç çözücü Derişik %100	ASO	Arap sabunu Orta %50
KÇO	Kireç çözücü Orta %50	ASS	Arap sabunu Seyrelik %25
KÇS	Kireç çözücü Seyrelik %25	TND	Tiner Derişik %100
SKD	Sıvı ovma krem Derişik %100	TNO	Tiner Orta %50
SKO	Sıvı ovma krem Orta %50	TNS	Tiner Seyrelik %25
SKS	Sıvı ovma krem Seyrelik %25	ÇSD	Çamaşır suyu Derişik %100
BDD	Bulaşık deterjanı Derişik %100	ÇSO	Çamaşır suyu Orta %50
BDO	Bulaşık deterjanı Orta %50	ÇSS	Çamaşır suyu Seyrelik %25
BDS	Bulaşık deterjanı Seyrelik %25		

Çizelge 3.4 Numune kodları.

Kod	Numune
M	Rozalya Bej Mermer
G	Granit

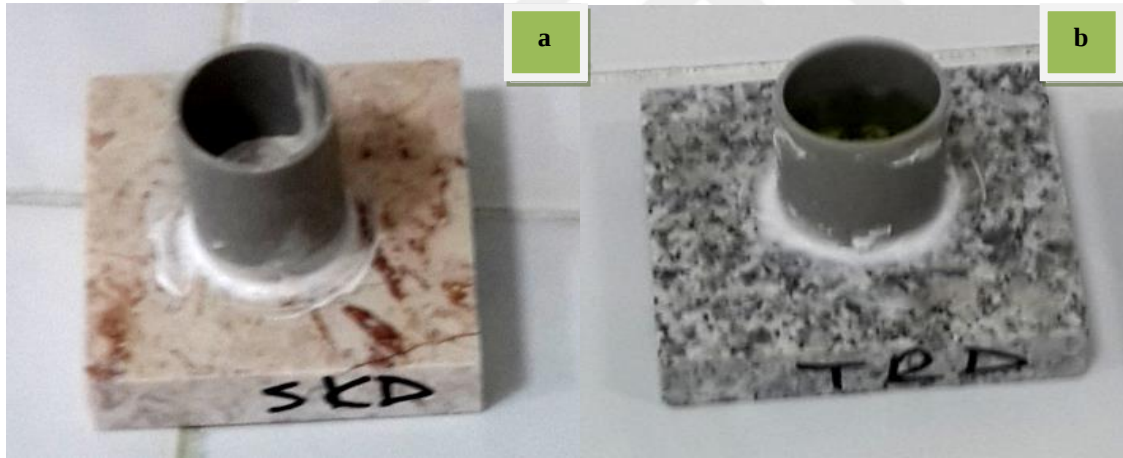
Çizelge 3.5 Kimyasalların numune yüzeylerine maruz kalma süreleri.

Kullanım miktarı	Günlük	Haftalık	1 Aylık	3 Aylık	6 Aylık	1 Yıllık	5 Yıllık
Temas süresi (saat)	0,5	3,5	14	42	84	168	840

Kimyasallar, yukarıda hesaplanan maruz kalma süreleri boyunca mermer ve granitin yüzeylerine temas ettirilmiştir.

iv. Numunelerin Deneye Hazırlanması

Mermer ve granit numunelerine kimyasal temas kurulabilmesi için, numunelerin yüzeylerine orta yerlerine denk gelecek şekilde plastik esaslı üstü açık (3 cm çapında ve 3 cm yüksekliğinde) silindirik şekilde birer boru yerleştirilmiş ve etrafı silikonla iyice yapıştırılarak sızdırmazlığı sağlanmıştır (Şekil 3.5).

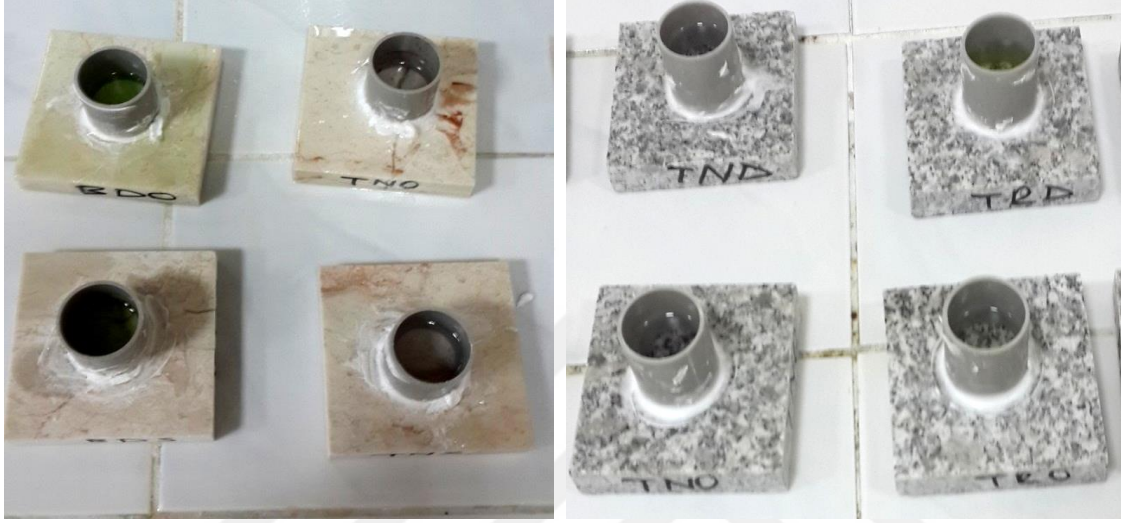


Şekil 3.5 Bilecik Rozalya Bej Mermer (a) ve Aksaray Yaylak Granit (b) numunesi üzerine yerleştirilen PVC boru ve etrafında sızdırmazlığı sağlayan silikon.

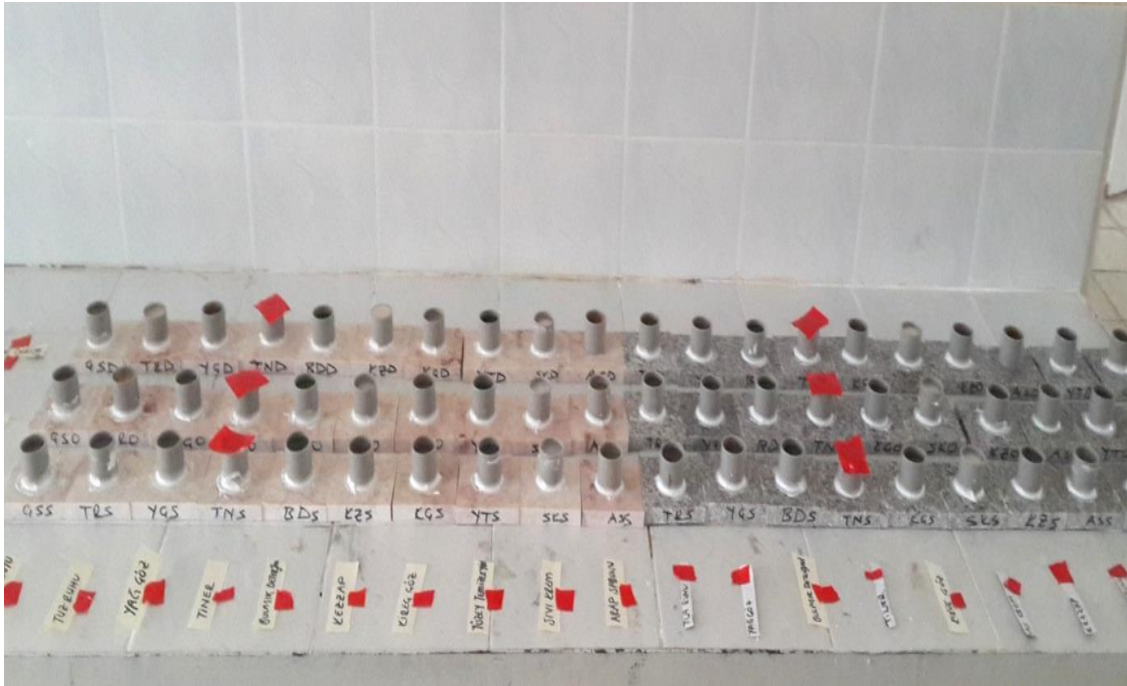
v. Numunelere Kimyasalların Uygulanması

Numunelerin yüzeylerine silindirik boru yerleştirildikten sonra, her bir boru içerisine (hacmin yaklaşık yarısına kadar) on adet temizleyici kimyasallardan (tuz ruhu, yağ çözücü, çamaşır suyu, kezzap, tiner, kireç çözücü vb.) ayrı ayrı dökülmüştür (Şekil 3.6). 0,5-3,5-14-42-84-168-840 saat yüzeylerine maruz kalma süresi olarak gözlemlemeye

birakılmıştır (Şekil 3.7). Her süre bitiminde mermer ve granit numuneleri üzerindeki borular çıkartılmıştır. Deneyde, kimyasallara uzun süre maruz kalan numuneler her gün kontrol edilmiş, azalan kimyasallara ilave yapılmış ve 35 gün boyunca deneysel gözlem gerçekleştirilmiştir. Süreleri bitiminde yüzeylerinde oluşan tahribatların resimleri çekilip, renk değişimi, parlaklık değişimi, ağırlık kaybı ve pürüzlülük ölçümü yapılmıştır.

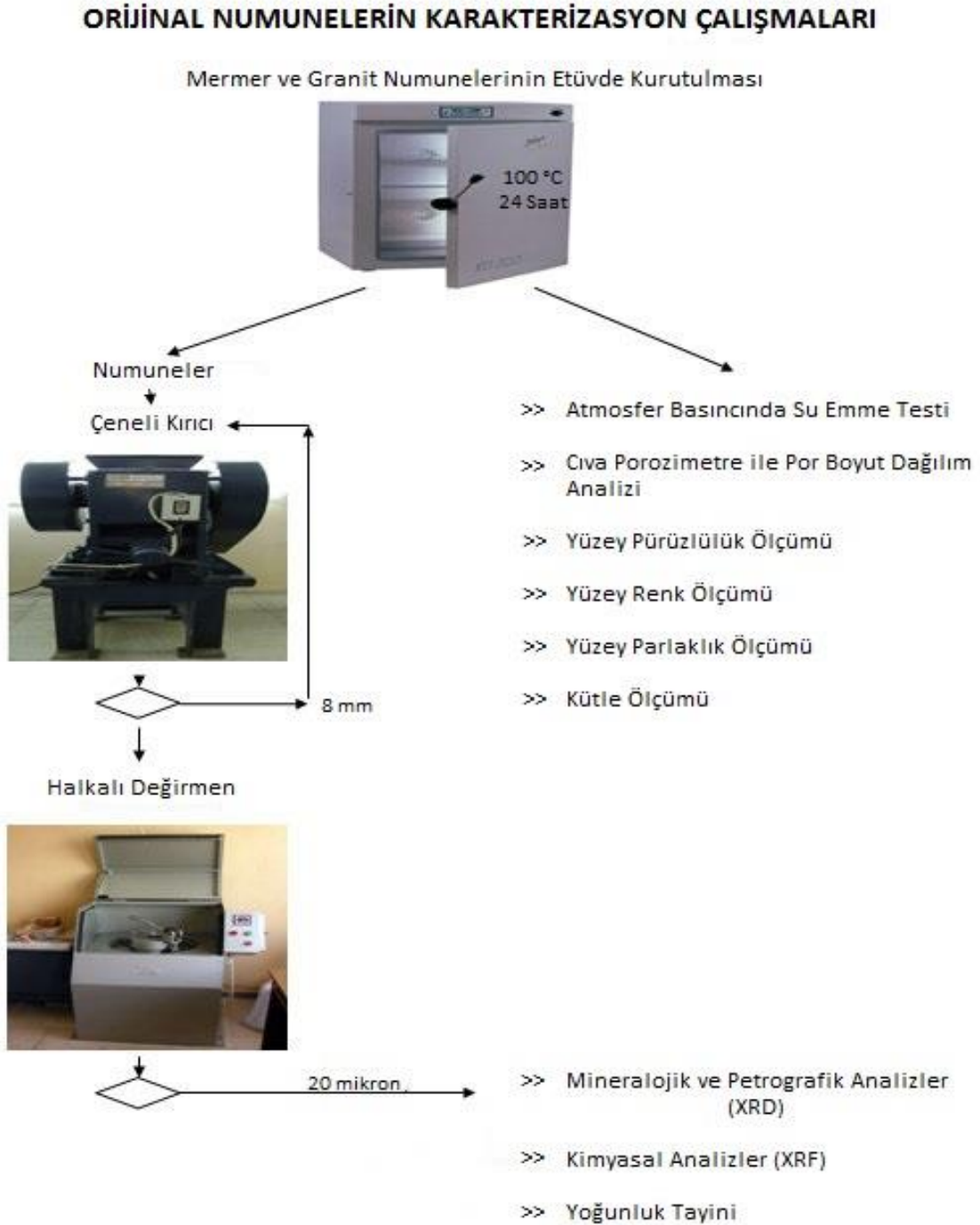


Şekil 3.6 Mermer ve granit numunelerin içine hacmin yarısına kadar doldurulan kimyasallar.



Şekil 3.7 Mermer ve granit numunelerine kimyasal uygulaması.

Temizleyici kimyasallarla deneye geçmeden önce orijinal mermer ve granit numunelerinin karakterizasyonu çeşitli analiz çalışmalarıyla yapılmış olup, basit akım şeması Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3.8 Orijinal numunelerin karakterizasyon çalışmasına ait akım şeması.

3.2.1 Mineralojik ve Petrografik Analizler

Doğal taşların mineralojik ve petrografik özellikleri, fiziksel ve mekanik davranışlarını etkileyen özelliklerinin belirlenmesi bakımından oldukça önemlidir. Doğal taşların tanımlanmasında mineral bileşenleri, dokusu ve yapılarının incelenmesinin yanında renk, damarlar, fosiller, süreksizlikler gibi özelliklerinin de bilinmesi gereklidir. Bu amaçla her bir kayaca mineralojik ve petrografik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla polarizan mikroskop ve XRD analizleri yapılmıştır.

3.2.1.1 Polarizan Mikroskop ile İnce Kesit İncelenmesi

Polarizan mikroskop ile mineralojik ve petrografik özelliklerin incelenmesinde kullanılacak numunelerin hazırlanması için TS EN 12407 standardında belirtilen yöntemler kullanılmıştır. Bu standarda göre her bir doğal taştan ince kesit cihazı kullanılarak kesilebilecek kadar incelikte numuneler kesilmiştir. İnce kesitlerin Resim 3.1’ de görülen Euromex marka polarizan mikroskop ile tane büyüklüğü, dokusu, mineralojik bileşimi ve kayaç grubu belirlenmiştir.



Resim 3.1 AKÜ-TUAM’ da ki Euromex marka polarizan mikroskop.

3.2.1.2 Mineralojik (XRD) Analizler

Doğal taşların mineralojik analizlerinde, mikroskopla gözlenemeyen özellikle kil vb. minerallerin belirlenmesinde XRD yöntemi kullanılmaktadır. Mineralojik analiz için doğal taşlar, AKÜ Maden Mühendisliği Bölümü Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Laboratuvarında bir dizi işlemde geçilmiştir. 420 adet 10x10x2 cm ebatında Bilecik Rozalya Bej Mermer ve Aksaray Yaylak Granit numunelerin yüzeyleri, öncelikle temiz bir bezle silinerek tozdan arındırılmıştır. Sonrasında 100 °C’ de sabit sıcaklıkta Resim 3.2’ de görülen AKÜ Akredite Doğal Taş Analiz Laboratuvarındaki NÜVE KD 200 marka etüvde 24 saat kurutularak nem dengesinin oluşumu ve numunelerin sabit kütleye ulaşmaları sağlanmıştır.



Resim 3.2 AKÜ-DAL’ da bulunan Nüve KD 200 marka etüv.

Kurutulan doğal taş numunelerinden ikişer adet alınıp çeneli kırıcıda kolay kırılması için Resim 3.3’ de gösterildiği gibi, balyozla küçük parçalar haline getirilmiştir.



Resim 3.3 Balyoz yardımıyla kırılan granit örnekleri.

Mermer ve granit numuneleri uygun parçalara ayrıldıktan sonra Resim 3.4’ de görülen çeneli kırıcı yardımıyla 8-10 mm boyutuna getirilmiştir.



Resim 3.4 AKÜ Maden Mühendisliği Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Laboratuvarında bulunan Macit Makine marka çeneli kırıcı.

Çeneli kırıcıdan elde edilen numuneler, Resim 3.5’ de görülen halkalı değirmende 10-40 mikron olacak şekilde öğütülmüştür.



Resim 3.5 AKÜ Maden Mühendisliği Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Laboratuvarında bulunan Ünal Mühendislik marka halkalı değirmen.

Öğütülen numuneler 20' şer gram olarak farklı poşetlere konulup mermer ve granit olarak kodlanmıştır. Hazırlanan toz numunelerin mineralojik analizi, AKÜ-Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde X-ışınları difraksiyon analiz yöntemiyle Resim 3.6' da görülen Shimadzu marka XRD-6000 model, bakır X ışını tüpüne sahip olup analizlerde 1.544 °A dalga boyuna sahip Cu-K α X-ışınları kullanılarak yapılmıştır.



Resim 3.6 AKÜ-TUAM' da bulunan Shimadzu XRD-6000 marka XRD cihazı.

3.2.2 Kimyasal (XRF) Analizler

Etüvden çıkan mermer ve granit numunelerinden homojen olarak ikişer adet alınıp AKÜ Akredite Doğal Taş Analiz Laboratuvarındaki RIGAKU / ZSX Primus II marka X-ray Fluorescence (XRF) cihazında kimyasal analizi yapılmıştır (Resim 3.7).



Resim 3.7 AKÜ-DAL' da ki RIGAKU / ZSX Primus II marka XRF cihazı.

3.2.3 Fiziksel Özellikler

Bu bölümde numunelerin yoğunluğu, porozitesi, su emme oranı, kütle ağırlığı pürüzlülük, parlaklık ve renk gibi özellikleri belirlenmiştir.

3.2.3.1 Yoğunluk Tayini

Etüvde 100 °C’ de sabit sıcaklıkta 24 saat kurutularak nemi alınmış mermer ve granit numunelerinin yoğunluk tayini AKÜ Akredite Doğal Taş Analiz Laboratuvarındaki Resim 3.8’ de görülen Quantachrome Instruments Ultrapycnometer 1000e marka helyum piknometre cihazıyla TS 699 (1987) standardına uygun olarak yapılmıştır.



Resim 3.8 AKÜ-DAL’ daki Quantachrome Ultrapycnometer marka helyum piknometresi.

3.2.3.2 Atmosfer Basıncında Su Emme Testi

Suyun, tanelerdeki boşluklara nüfuz ederek emilmesi sebebiyle, etüvde kurutulmuş mermer ve granit kütlelerinde meydana gelen artışıdır. Su emme deneyi TS EN 13755’e göre yapılmıştır.

3.2.3.3 Cıva Porozimetre ile Por Boyut Dağılım Analizi

Rozalya Bej Mermer ve granitin porozite değerleri Micromeritics Auto Pore IV 9500 V1.09 marka cıva porozimetre cihazı ile belirlenmiştir (Resim 3.9). Porozite ölçüm cihazı, cıva gibi reaktif ve ıslatıcı olmayan bir sıvının yeterli basınç uygulanmadığı

takdirde ince porlara giremeyeceği prensibi üzerine kuruludur. Cihaz uygulanan basınca karşı hücrede azalan cıva miktarını, hücre uçları arasındaki kapasitans değişiminden tayin eder. Cihazda 3 ile 360  m aralığında i  gözenekler ölçülebilir.



Resim 3.9 AK -TUAM' daki Micromeritics Auto Pore IV 9500 V1.09 marka cıva porozimetre cihazı.

3.2.3.4 Yüzey Pürüzlülük  l  m 

Yüzey pürüzlülüğü, kullanılan üretim yöntemleriyle ve/veya diğer etkilerle ortaya çıkan alışılmış tarzda farklı düzensizlikler ile sınırlı olan, oldukça küçük aralıklı yüzey d zensizlikleridir (TS 6956/ 2004). Yüzey pürüzlülükleri, kullanılan üretim yöntemine göre gözle görülebilir veya elle hissedilebilir olabileceği gibi, hassas elektronik cihazlarla ölçülebilecek büyüklüklerde de olabilir ( lter vd. 2002). Orijinal olarak yüzeyi parlatılmış on adet Rozalya Bej Mermer, on adet granit numunesini öncelikle nemli bir bezle yüzeyleri silinip temizlenmiştir. Hazırlanan granit ve mermer numunelerin yüzey pürüzlülüğü, her numuneden dört adet ölçüm alınarak AK  Akredite Doğal Taş Analiz Laboratuvarındaki Resim 3.10' da görülen TIME TR 200 marka cihazla  l  lm ştir. Pürüzlülük bir doğrultu boyunca ölçülür ve bu doğrultu

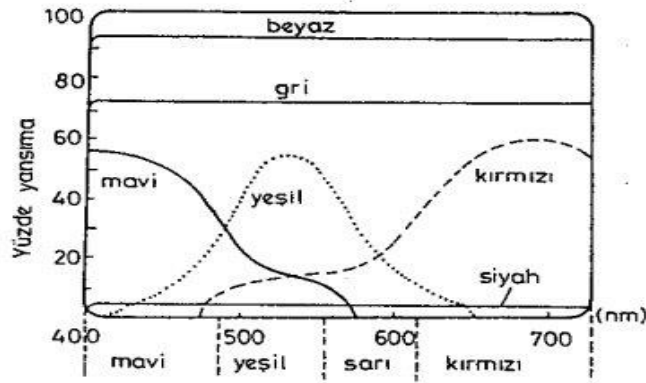
üzerindeki girinti ve çıkıntıların tamamının ortalaması (R_a), En yüksek ve en çukur beş pürüzün ortalaması (R_z), en yüksek ve en derin değerler toplamı (R_t), ortalamadan sapmaların karekökü (R_q), tepe noktaları arasındaki uzaklığın ortalaması (S) şeklinde ifade edilir (Ersoy vd. 2014). Bu çalışmada R_a değerleri deneyde kullanılan cihaz tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır.



Resim 3.10 AKÜ-DAL’ da ki Time TR 200 marka pürüzlülük ölçüm cihazı.

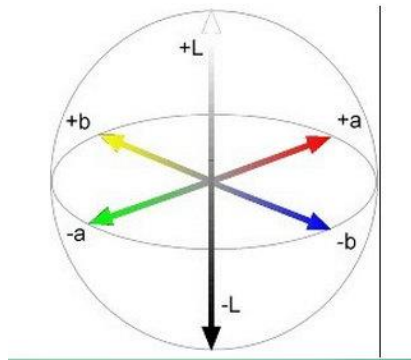
3.2.3.5 Yüzey Renk Ölçümü

Tungsten lambanın verdiği ışıktaki görünür bölgeye ait tüm dalga boyları mevcuttur. Görünür bölgeyi tümüyle kapsayan alana bir radyasyon madde gönderildiğinde değişik olasılıklar söz konusudur. Görünür bölgenin dalga boyları madde tarafından tamamen absorblanırsa madde siyah görünür. Bu dalga boyları hiç absorblanmazsa madde beyazdır. 380-770 nm arasındaki tüm görünür bölge fotonları aynı derecede veya kısmen absorblanırsa madde gri görünür. Görünür bölge radyasyonlarının bazı dalga boyları az, bazıları fazla absorblanırsa madde renklidir. Şekil 3.9’da görüleceği gibi 650-700 nm civarındaki dalga boyları az absorblayıp görünür bölgenin diğer dalga boylarını daha fazla absorblayan bir madde kırmızı renklidir. Bu madde 650-700 nm civarındaki ışınları kısmen absorblar, büyük bir kısmını ise yansıtır. 400-450 nm civarını ise tamamen absorblar. 530-540 nm ışınları absorblanıp diğer bölgeleri çok absorblayan maddeler yeşil maddelerdir. Mavi renkli maddeler 400-500 nm civarını diğer bölgelere daha az absorblarlar. Maddeler hani rengi daha az absorblarsa o renkte görünürler (Kramer and Twigg 1984).



Şekil 3.9 Değişik renkteki maddelerin görünür bölgedeki % yansıma eğrileri (Üren 1999).

Renk ölçümü konusunda, gözle yapılan subjektif bir değerlendirme bazen yanıltıcı olabilmektedir. Bu nedenle çeşitli cihazlarla yapılan objektif ölçümlere gerek duyulur. Renk ve renk farklılığının enstrümantal olarak genellikle Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından geliştirilen yöntemle değerlendirilmesi yaygın bir hale gelmiştir. Bu yöntem CIE L^* , a^* , b^* CIELAB üç nokta ölçüm yöntemi olarak bilinmektedir (Şekil 3.10). Bu sistemde, L^* beyazdan ($L^*=100$) siyaha ($L^*=0$) kadar değişen bir skalada rengin koyuluğunun ve açıklığının derecesidir. a^* yeşilden ($-a^*$) kırmızıya ($+a^*$) kadar değişen eksenindeki skaladır ve b^* de maviden ($-b^*$) sarıya ($+b^*$) kadar değişen eksenindeki skaladır (Üren 1999).



Şekil 3.10 CIELAB üç nokta ölçüm şeması (Üren 1999).

Etüvde 100 °C’ de sabit sıcaklıkta 24 saat kurutularak nemi alınmış orijinal on adet mermer ve on adet granit numunelerinin renk tayini AKÜ Akredite Doğal Taş Analiz Laboratuvarındaki Resim 3.11’ de görülen Hunterlab marka renk analiz cihazıyla yapılmıştır.



Resim 3.11 AKÜ-DAL’ daki Hunterlab marka renk analiz cihazı.

3.2.3.6 Yüzey Parlaklık Ölçümü

Parlak bir yüzeye gelen ışık demeti, teorik olarak geldiği açıyla kırılarak yansır. Dolayısıyla parlaklık, bir yüzeye belli bir açıyla gelen ışığın yansıyan miktarının bir ölçüsüdür ve kırılma indisi 1.57 olan camın parlaklığına göre yüzde (%) olarak ifade edilir. Parlaklık ölçümleri 20, 45, 60 ve 85 derecelik açılarla gönderilmesi şeklinde yapılır. Bu çalışmada 60⁰ açılı yapılan ölçümler baz alınmıştır. 10x10 cm boyutlarındaki doğal taş örneklerinden on adet mermer ve on adet granitin parlak yüzeyleri üzerinde AKÜ Akredite Doğal Taş Analiz Laboratuvarındaki Resim 3.12’ de görülen Novo Gloss Trio marka dijital parlaklık ölçer ile “1 Parlaklık Birimi (1 GlossUnit)” değeri üzerinden ölçümler yapılmıştır. Ölçümler, her örneğin orta noktası çevresi üzerinde dört farklı noktadan yapılmıştır.



Resim 3.12 AKÜ-DAL’ daki Novo Gloss Trio marka parlaklık ölçüm cihazı.

3.2.3.7 Kütle lm

Etüv de 100 °C' de 24 saat kalarak nemi alınmış numunelerin temizlik kimyasalların uygulanmasından önceki ve sonraki birim kütleleri Resim 3.13' de görülen Kern marka 0,001 gr hassas terazi ile llmştır.



Resim 3.13 AK-DAL'daki Kern marka hassas terazi ($\pm 0,001$ gr hassasiyetli).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Deney Öncesi Doğal Taşların Karakterizasyonu

4.1.1 Mineralojik ve Petrografik Analizler

Bilecik Rozalya Bej Mermer ve Aksaray Yaylak Granit numunelerin mineralojik ve petrografik özellikleri aşağıda sunulmuştur.

4.1.1.1 Polarizan Mikroskop ile İnce Kesit İncelenmesi

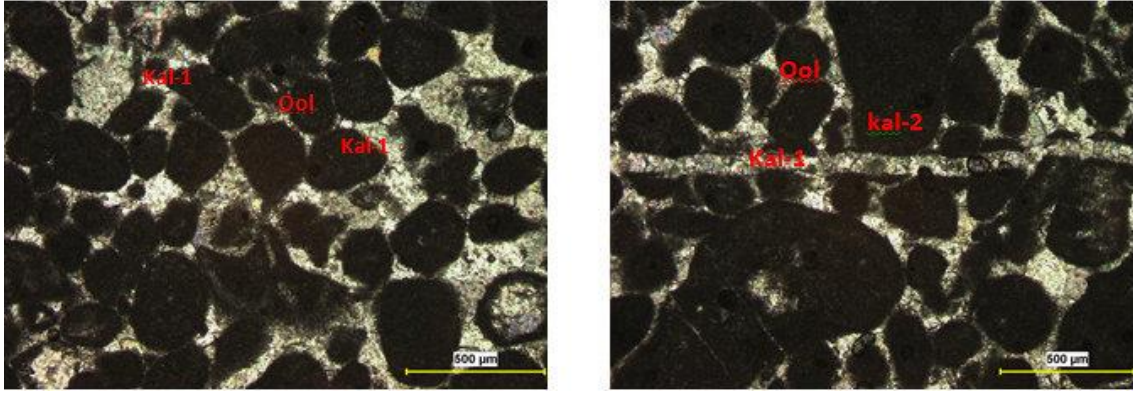
A. Bilecik Rozalya Bej Mermer

Bilecik Rozalya Bej Mermerde, kalsit mineralinden oluşan mikro kristalin doku gözlemlenmektedir. Kristalleri ksenomorf görünümünde olan kalsitin ortalama tane boyutu 6,32 μm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1). Bej mermer çatlaklı bir yapı sahip olmakla birlikte minimum çatlak genişliği ortalama 48,3 μm ' dir. Çatlaklar aralığında ikincil kalsit mineralleri bulunur. Bu ikincil kalsit minerali subtomorf kristal yapıya sahip ve ortalama tane boyutu ise 25,8 μm olarak bulunmuştur. Örneğin polarizan mikroskopta çekilmiş görüntüsü Şekil 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Bilecik Rozalya Bej Mermerin mineralojik/petrografik sonuçları.

Özellikleri	Kristal Şekli	Tane Boyutu (μm)		
		Minimum	Maksimum	Ortalama
Kalsit	Ksenomorf	0,9	42,6	6,32
İkincil kalsit	Subtomorf	6,7	72,3	25,8
Oolit	-	57,0	508,9	229,9
Çatlak Genişliği	-	13,0	122,9	48,3

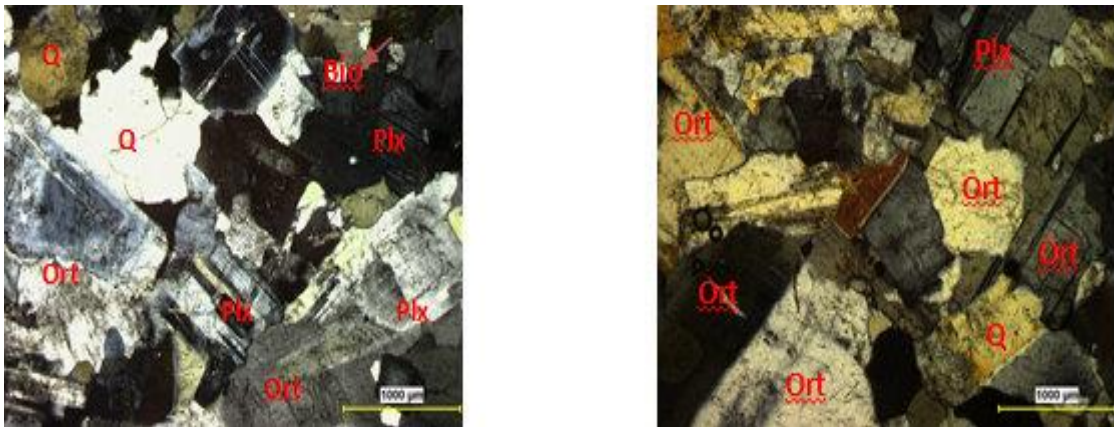
μm : mikrometre



Şekil 4.1 Kayaç içerisinde gözlenen birincil (kal-1) ve ikincil (kal-2) kalsit mineralleri ve yuvarlak olarak görülen Oolitik (Ool) taneler.

B. Aksaray Yaylak Granit

Yaylak granitleri orta taneli, holokristalin tanesal dokulu bir kayadır. Ana mineral bileşenleri genellikle mezo-makro kristallerdir. Mineralojik bileşim olarak plajiyoklas, kuvars, ortoklas, biyotit ve opak minerallerinden oluşmaktadır. Kuvarslar, grimsi rengi ile plajiyoklaslar, prizmatik şeklindeki görünüşleri ile ortoklazlar ve siyah renkleri ile biyotitler rahatça ayırt edilebilmektedir. Ortoklazlarda killeşme ve serizitleşme, plajiyoklazlarda ise serizitleşme görülür. Bununla birlikte plajiyoklazlarda ortoklazlara göre daha az miktarda killeşme görülmektedir. Granit numunesinde çatlaklı/kırıklı yapıya rastlanılmamıştır. İncelenen örnek üzerinde yapılan görüntü analizi sonuçlarına göre, kuvars tane boyutunun ortalama 1,2 mm olduğu, feldspat tane boyutunun 0,25 mm ile 3,3 mm arasında değiştiği bulunmuştur (Çizelge 4.2). Granitin polarizan mikroskopta çekilmiş görüntüsü Şekil 4.2’ de verilmiştir.



Şekil 4.2 Kayaç içerisinde gözlenen K-feldspat (Ort), plajiyoklas (Plx), kuvars (Q) ve biyotit (Bio) mineralleri.

Çizelge 4.2 Aksaray Yaylak Granitin mineralojik/petrografik sonuçları.

Özellikleri	Kristal Şekli	Tane Boyutu (µm)		
		Minimum	Maksimum	Ortalama
K-Feldspat (Ortoklas+ Mikroklin)	Subotomorf	235,0	3301,1	1083,3
Plajiolas	Subotomorf	394,7	3627,2	1068,4
Kuars	Subotomorf	231,8	2794,9	1214,8
Biyotit	Subotomorf	233,4	1895,3	857,7
Opak	-	-	-	-
Çatlak/Kırık Sistemi	-	-	-	-

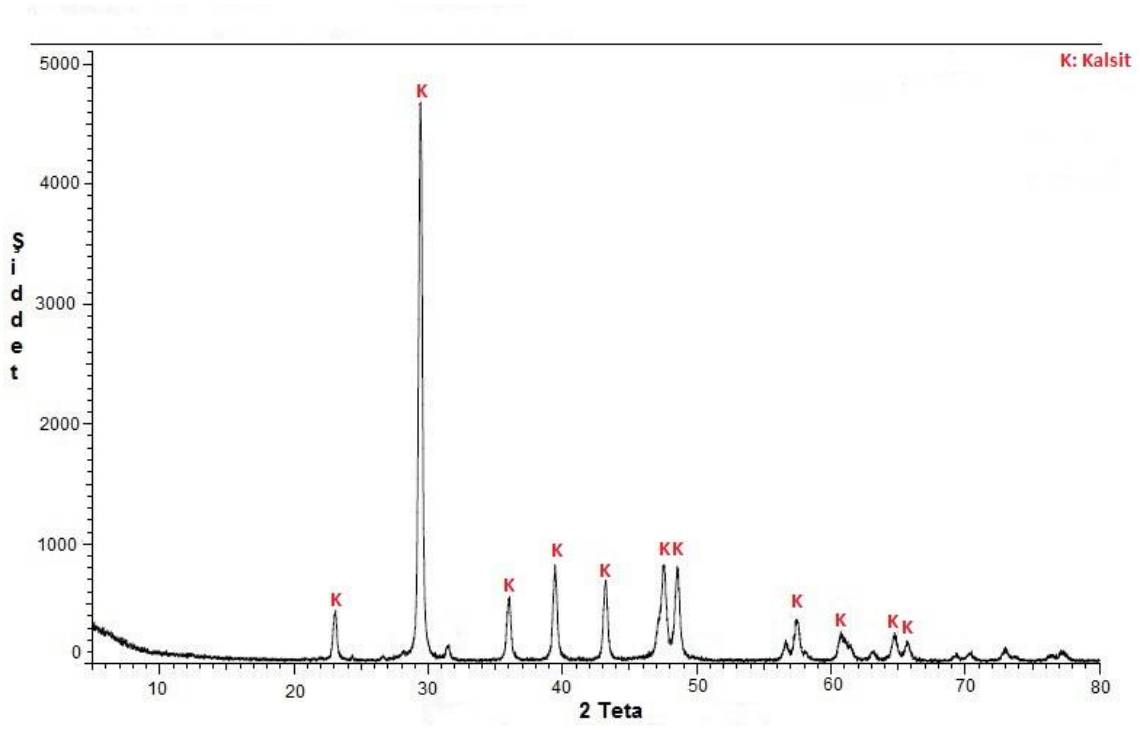
µm: mikrometre

4.1.1.2 Mineralojik (XRD) Analizler

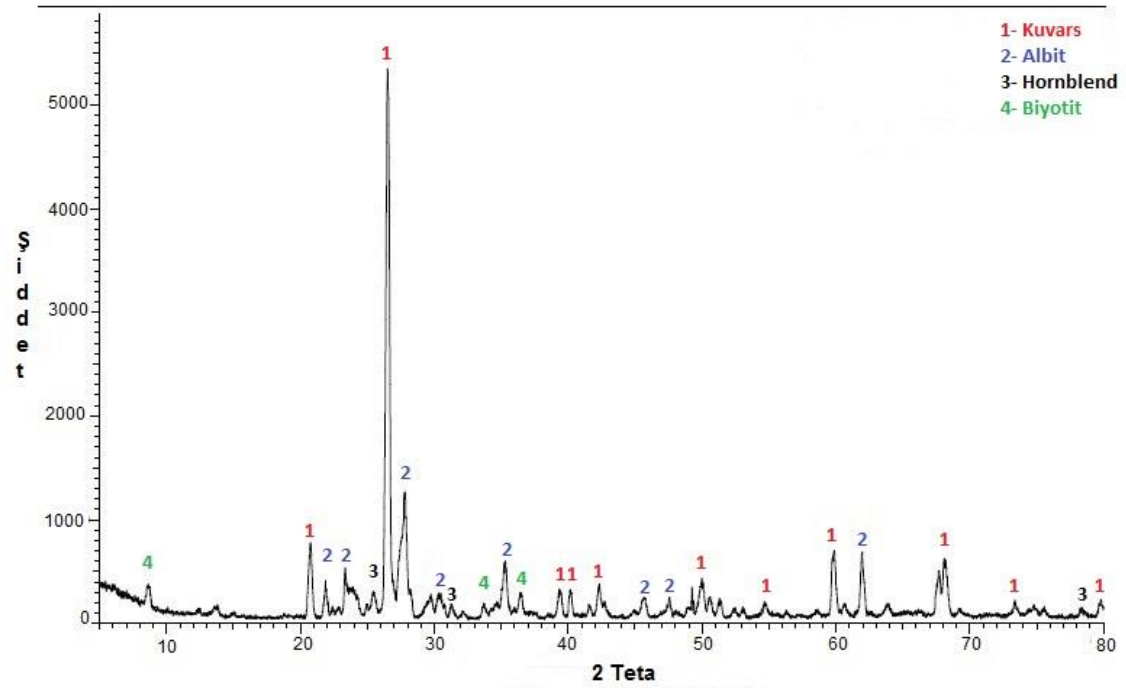
Rozalya Bej Mermerin XRD difraktomu incelendiğinde, başlıca mineralin kalsit olduğu görülmüştür (Şekil 4.3). Granitin XRD difraktomu incelendiğinde ise, yüksek miktarda kuvars minerali görülmekle beraber albit, biyotit ve hornblend mineralleride buna eşlik etmektedir (Şekil 4.4).

Grafiklerde sunulan XRD piklerin adlandırılmasında literatürdeki benzer çalışmalardan yararlanılmış olup, oluşturulan bu kompozisyon diğer kompozisyonlarda da (Shimizu *et al.* 2012, Park *et al.* 2014 vb.) aynı görülmektedir.

Granitin XRD analizi sonuçlarında elde edilen kuvars, feldspat ve biyotit minerallerin varlığı ve mermerin XRD analizi sonuçlarında elde edilen kalsit mineralinin varlığı ince kesit görüntülerinde de tespit edilmiştir. Bu durum, XRD ve ince kesit incelemelerinin uyum içinde olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.3 Bilecik Rozalya Bej Mermerin XRD (Mineralojik) analizi.



Şekil 4.4 Aksaray Yaylak Granitin XRD (Mineralojik) analizi.

4.1.2 Kimyasal (XRF) Analizler

Çizelge 4.3 Rozalya Bej Mermerin XRF (Kimyasal) analiz sonuçları.

Bileşim	Miktar (%)
SiO ₂	0,4
Al ₂ O ₃	0,16
Fe ₂ O ₃	0,08
CaO	55,42
MgO	0,3
SrO	0,01
Na ₂ O	0,02
P ₂ O ₅	0,01
SO ₃	0,02
K ₂ O	0,02
MnO	0,01
K.K	43,50

K.K: Kızdırma kaybı
TS EN 15309 standartına göre yapılmıştır.

Bu verilere göre, kullanılan doğal taşlardan Bilecik Rozalya Bej Mermer yaklaşık % 95 üzerinde CaCO₃(Kalsit) içerdiği görülmüş ve dolayısıyla kristalize kireçtaşı olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 4.4 Aksaray Yaylak Granitin XRF (Kimyasal) analiz sonuçları.

Bileşim	Miktar (%)
SiO ₂	69,77
Al ₂ O ₃	15,39
Fe ₂ O ₃	1,89
CaO	2,68
MgO	0,53
SrO	0,02
Na ₂ O	3,79
P ₂ O ₅	0,09
SO ₃	0,01
K ₂ O	5,07
MnO	0,1
TiO ₂	0,18
Cr ₂ O ₃	0,009
ZnO	0,005
Rb ₂ O	0,02
Y ₂ O ₃	0,006
ZrO ₂	0,01
BaO	0,05
WO ₃	0,01
K.K	0,33

K.K: Kızdırma kaybı
TS EN 15309 standartına göre yapılmıştır.

Çizelge 4.4’ deki değerler, tipik bir granit kayacının kimyasını vermektedir. Granit bileşiminde bulunan düşük orandaki uçulardan dolayı % 0,33 gibi az kızdırma kaybına uğramaktadır. Na₂O ve K₂O gibi alkali bileşenlerin oranları ise kıtasal kabuğun ortalama değerlerine yakındır. Kayaç, mineralojik bileşiminde %5-7 civarında bulunan biyotit mineralinden dolayı yüksek oranda Fe₂O₃ (1,89) içermektedir. %2,68 oranındaki CaO içeriği ise kayacın bileşimdeki hornblend ve tali minerallerin (apatit vb.) varlığına bağlıdır.

4.1.3 Fiziksel Özellikler

4.1.3.1 Yoğunluk

Etüvde 100 °C’ de sabit sıcaklıkta 24 saat kurutularak nemi alınmış mermer ve granit numunelerinin yoğunluk sonuçları Çizelge 4.5’ de sunulmuştur.

Çizelge 4.5 Bilecik Rozalya Bej Mermer ve Aksaray Yaylak Granitin yoğunluk değerleri.

Numuneler	d (Yoğunluk) g/cm ³			
	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart sapma
Aksaray Yaylak Granit	2,6618	2,6639	2,6629	0,0023
Bilecik Rozalya Bej Mermer	2,7196	2,7215	2,7204	0,0064

Yalnız, civa-porozitemetre cihazı ile ölçülen doğal taşların görünür yoğunluk değerleri değişkenlik göstermiş; Bilecik Rozalya Bej Mermer 2,2453 g/ mL, Aksaray Yaylak Granitin 2,2206 g/ mL olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7).

4.1.3.2 Atmosfer Basıncında Su Emme Değerleri

TS EN 13755 standardında belirtilen yönteme göre gerçekleştirilen atmosfer basıncında su emme deney sonuçları Çizelge 4.6’ da sunulmuştur. Buna göre Bilecik Rozalya Bej Mermer numunesinin atmosfer basıncında su emme değeri % 0,26, Aksaray Yaylak Granit numunesinin ise % 0,24’ tür.

Çizelge 4.6 Doğal taşların atmosfer basıncında su emme değerleri.

Numuneler	Numune Boyutu(mm)	Su emme Değeri (%)
Bilecik Rozalya Bej Mermer	70x70x70	0,26
Aksaray Yaylak Granit	70x70x70	0,24

mm: milimetre

% : yüzde

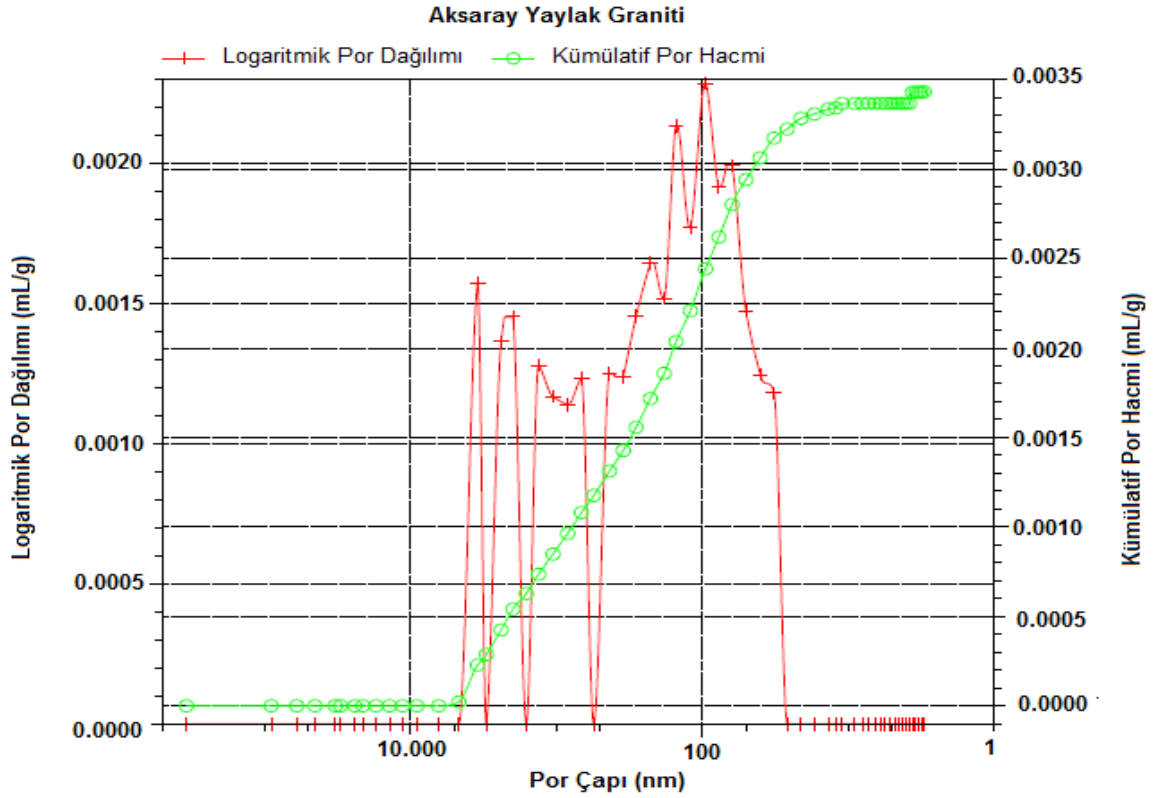
4.1.3.3 Civa Porozimetre ile Por Boyut Dağılım Analizi

Bej Mermerin ve Yaylak Granitin civa-porozimetre cihazı ile yapılan por boyut dağılım analizinden elde edilen bazı veriler Çizelge 4.7’ de, por çapına bağlı kümülatif por hacmi ve logaritmik por dağılım eğrileride Şekil 4.5 ve 4.6’ da gösterilmiştir

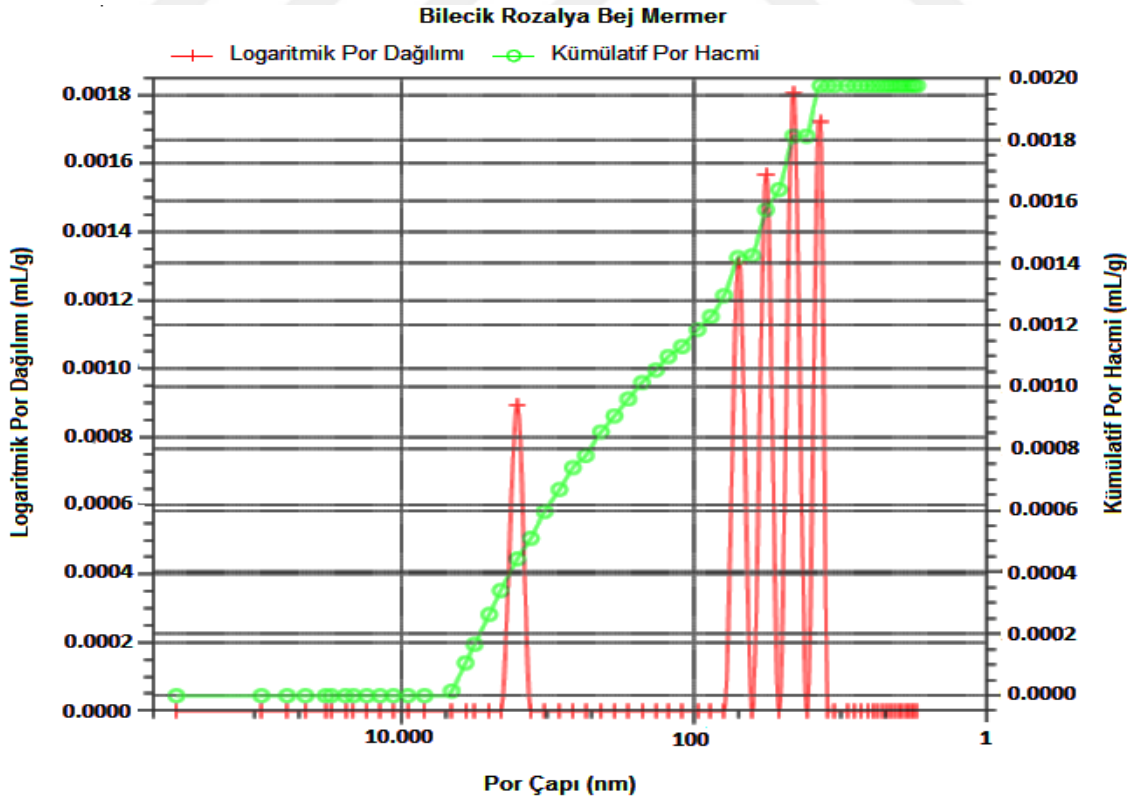
Çizelge 4.7 Granit ve Mermer numunelerinin Civa-Porozimetre cihazı ile yapılan por boyut dağılım analizinden elde edilen bazı veriler.

Özellikler	Birim	Aksaray Yaylak Granit	Bilecik Rozalya Bej Mermer
Toplam Por Hacmi	mL/g	0,0034	0,002
	(hacimce) %	0,7563	0,4417
Toplam Por Yüzey Alanı	m ² /g	0,193	0,122
Ortalama Por Çapı	Nm	71,3	64,8
Bulk Yoğunluk	g/ mL	2,2038	2,2354
Görünür Yoğunluk	g/ mL	2,2206	2,2453

Numunelerin civa-porozimetre cihazından elde edilen değerlerine bakıldığında; Rozalya Bej Mermerin toplam por hacmi 0,002 mL/g, toplam por yüzey alanı 0,122 m²/g, ortalama por çapı 64,8 nm, görünür yoğunluğu 2,2453 g/ mL’ dir. Aksaray Yaylak Granitin ise toplam por hacmi 0,034 mL/g, toplam por yüzey alanı 0,193 m²/g, ortalama por çapı 71,3 nm, görünür yoğunluğu 2,2206 g/ mL’ dir.



Şekil 4.5 Aksaray Yaylak Granitinin por çapına bağlı kümülatif por hacmi ve logaritmik por dağılım eğrileri.



Şekil 4.6 Bilecik Rozalya Bej Mermerin por çapına bağlı kümülatif por hacmi ve logaritmik por dağılım eğrileri.

4.1.3.4 Yüzey Pürüzlülüğü

Doğal taşların orijinal yüzey pürüzlülük değerleri Çizelge 4.8 ve 4.9’ da gösterilmiştir. Mermerin ortalama yüzey pürüzlülüğü 0,174 μm , granitin ortalama yüzey pürüzlülüğü ise 0,279 μm ’ dir.

Çizelge 4.8 Bilecik Rozalya Bej Mermerin pürüzlülük değerleri.

Numuneler	Ölçüm Değerleri				Ortalama Sonuç
	Değer 1 (Ra)	Değer 2 (Ra)	Değer 3 (Ra)	Değer 4 (Ra)	
1.Numune	0,174 μm	0,178 μm	0,174 μm	0,176 μm	0,174 μm
2.Numune	0,174 μm	0,170 μm	0,172 μm	0,174 μm	
3.Numune	0,179 μm	0,173 μm	0,164 μm	0,184 μm	
4.Numune	0,171 μm	0,177 μm	0,174 μm	0,175 μm	
5.Numune	0,174 μm	0,170 μm	0,172 μm	0,174 μm	
6.Numune	0,176 μm	0,176 μm	0,163 μm	0,170 μm	
7.Numune	0,173 μm	0,166 μm	0,178 μm	0,185 μm	
8.Numune	0,175 μm	0,182 μm	0,165 μm	0,189 μm	
9.Numune	0,173 μm	0,175 μm	0,144 μm	0,172 μm	
10.Numune	0,204 μm	0,176 μm	0,174 μm	0,174 μm	

μm : mikrometre

Çizelge 4.9 Aksaray Yaylak Granitin pürüzlülük değerleri.

Numuneler	Ölçüm Değerleri				Ortalama Sonuç
	Değer 1 (Ra)	Değer 2 (Ra)	Değer 3 (Ra)	Değer 4 (Ra)	
1.Numune	0,181 μm	0,204 μm	0,278 μm	0,231 μm	0,279 μm
2.Numune	0,283 μm	0,277 μm	0,280 μm	0,293 μm	
3.Numune	0,377 μm	0,354 μm	0,327 μm	0,280 μm	
4.Numune	0,275 μm	0,281 μm	0,265 μm	0,278 μm	
5.Numune	0,278 μm	0,282 μm	0,280 μm	0,284 μm	
6.Numune	0,280 μm	0,276 μm	0,274 μm	0,278 μm	
7.Numune	0,301 μm	0,292 μm	0,279 μm	0,277 μm	
8.Numune	0,277 μm	0,273 μm	0,280 μm	0,271 μm	
9.Numune	0,285 μm	0,281 μm	0,287 μm	0,278 μm	
10.Numune	0,257 μm	0,266 μm	0,281 μm	0,279 μm	

μm : mikrometre

4.1.3.5 Yüzey Rengi

Doğal taşların orijinal yüzey renk değerleri Çizelge 4.10' da gösterilmiştir. Mermerin ortalama yüzey beyazlık değeri 72,31, yüzey kırmızılık değeri 4,82, yüzey sarılık değeri 12,17'dir. Granitin ortalama yüzey beyazlık değeri ise, 57,44, yüzey kırmızılık değeri 0,14, yüzey sarılık değeri 2,56' dır.

Çizelge 4.10 İşlem öncesi doğal taşların renk analiz değerleri.

Numuneler	Bilecik Rozalya Bej Mermer			Aksaray Yaylak Granit		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1.numune	72,56	4,84	12,37	58,17	0,16	2,57
2.numune	72,06	5,06	12,11	57,45	0,10	2,54
3.numune	72,70	4,86	12,20	56,93	0,12	2,71
4.numune	71,92	4,79	12,15	57,41	0,18	2,59
5.numune	72,81	4,81	12,13	57,02	0,07	2,85
6.numune	72,42	4,78	12,21	57,71	0,21	2,53
7.numune	72,20	4,85	12,17	57,95	0,14	2,27
8.numune	71,81	4,83	12,15	57,43	0,11	2,58
9.numune	73,11	4,58	11,97	59,47	0,14	2,41
10.numune	71,51	4,80	12,24	57,86	0,17	2,55
Ortalama	72,31	4,82	12,17	57,44	0,14	2,56

4.1.3.6 Yüzey Parlaklığı

Doğal taşların orijinal yüzey parlaklık değerleri Çizelge 4.11'de gösterilmiştir. Mermerin ortalama yüzey parlaklığı 69,4 gloss, granitin ortalama yüzey parlaklığı ise 55,6 gloss' tur.

Çizelge 4.11 İşlem öncesi doğal taşların parlaklık ölçümleri.

Numuneler	Bilecik Rozalya Bej Mermer (Gloss)				Aksaray Yaylak Granit (Gloss)			
	Değer 1	Değer 2	Değer 3	Değer 4	Değer 1	Değer 2	Değer 3	Değer 4
1.Numune	69,5	69,1	70,1	69,3	55,6	56,7	55,7	57,1
2.Numune	68,7	68,9	69,5	69,7	57,1	54,8	55,6	56,7
3.Numune	69,9	69,7	67,6	71,2	55,2	55,9	58,7	57,3
4.Numune	68,4	69,9	69,2	69,5	56,7	54,5	55,4	56,1
5.Numune	69,1	68,8	68,5	70,2	56,3	55,3	56,3	55,7
6.Numune	70,4	68,9	69,6	69,3	55,5	54,1	55,6	54,5
7.Numune	69,7	70,3	70,0	68,6	55,6	54,5	54,1	56,4
8.Numune	70,2	69,6	69,7	68,9	52,5	53,9	56,0	55,3
9.Numune	68,6	69,1	69,2	69,9	55,8	56,1	54,5	56,7
10.Numune	69,4	69,7	69,4	69,1	54,9	55,5	54,9	55,9
Ortalama	69,4				55,6			

4.1.3.7 Kütle Değerleri

Deneyde kullanılan doğal taşların orijinal boyutları 10x10x2 cm olmasına rağmen yüzey köşelerinde ufak kırıklar olabilmesi sebebiyle kütle değerleri aynı değildir. Rozalya Bej Mermerin kütle değerleri 501,06 – 503,11 g, Aksaray Yaylak Granit kütle değerleri 514,18- 517,25 g aralığında değişmektedir. Çalışmanın sonunda elde edilen ve tablolar haline getirilen kütle değerlerinde bir ortaklık ve denge sağlayabilmek açısından, kütle kayıpları yüzdesel olarak verilmiştir.

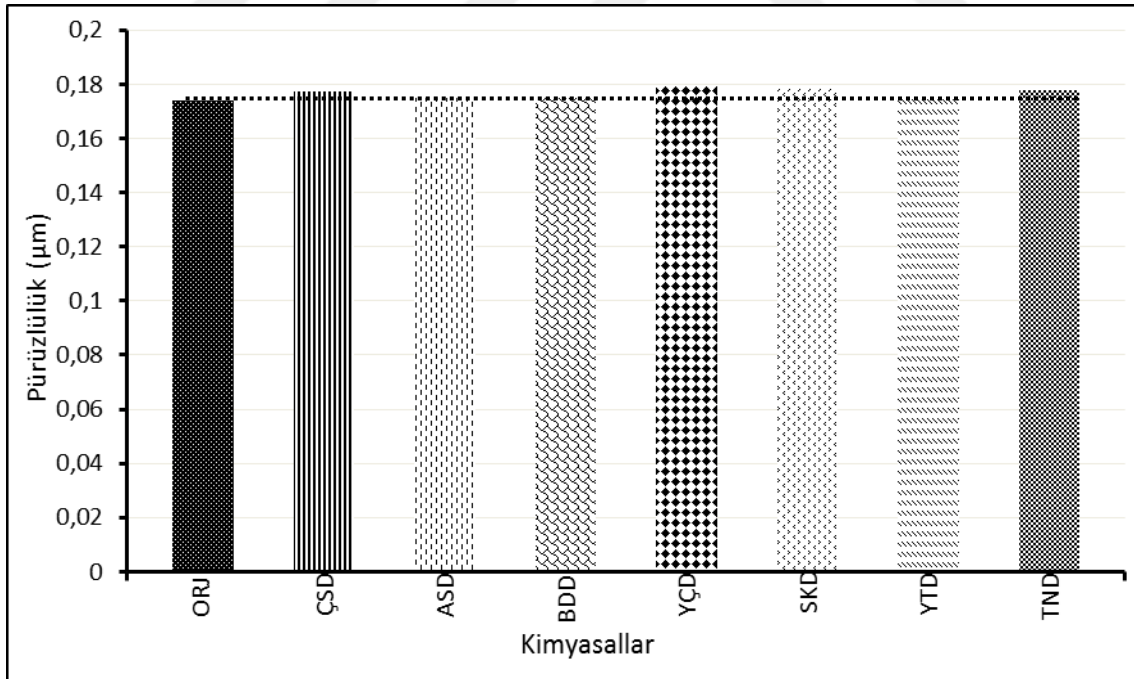
4.2 Temizlik Kimyasal Türünün Mermerin Yüzey Özelliklerine Etkisi

4.2.1 Kimyasal Türlerinin Mermer Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

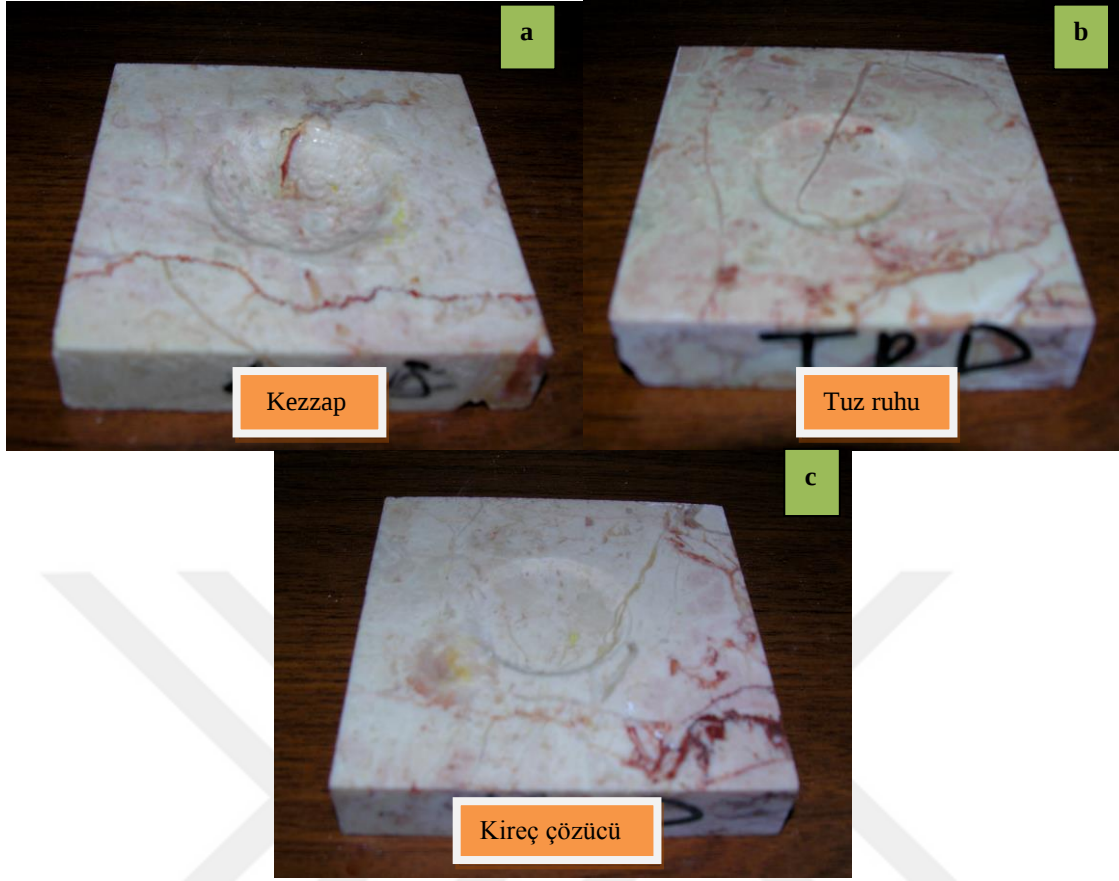
Mermer numunelerine temizlik kimyasalları uygulamadan önceki ve sonraki yüzey pürüzlülük değerleri Şekil 4.7’ de gösterilmiştir. Deney normal atmosferik şartlar altında gerçekleştirilmiştir. Bu grafikte, ölçümü yapılan parametreler içinden % 100 derişim ve 840 saat temas süresi sabit alınmıştır. Çünkü %100 konsantrasyonlu

kimyasalların mermer ve granit yüzeyine uzun vadedeki etkisi, diğer seyreltilmiş konsantrasyonlara ve kısa vadedeki temaslarına göre daha fazla olmuştur. Yapılan deney sonucunda, asidik karakterli kimyasalların (kezzap, tuz ruhu ve kireç çözücü) uygulandığı mermer yüzeylerinin pürüzlülük değeri ölçülememiştir. Çünkü mermerin karbonatlı yapısı asitle dekompoze olması sebebiyle, yüzeyde ortalama 0,2 mm-10 mm arasında oyukluk gerçekleşmiştir. İlgili mermer yüzeylerinin fotoğrafları Şekil 4.8’ de sunulmuştur. Şekil 4.7’ de gösterilen pürüzlülük ölçüm grafiğine bakıldığında; bazik, düşük asidik ve nötr karakterli kimyasalların mermer yüzeyine maruz kaldıkları süre sonunda fazla etki yapmadığı görülmektedir. Bu kimyasalların içinden en çok etki eden kimyasallar; yağ çözücü, tiner, sıvı ovma krem ve çamaşır suyu olmakla birlikte ortalama 0,004 µm değerinde pürüzlülük artışına neden olmuştur.

Mermerin yüzey pürüzlülüğüne olan olumsuz etki en yüksekten en düşüğe doğru kimyasallar bakımından şu şekildedir: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Yağ çözücü = Çamaşır suyu = Sıvı ovma krem= Tiner > Arap sabunu = Bulaşık deterjanı = Yüzey temizleyicisi.



Şekil 4.7 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasalların 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi.



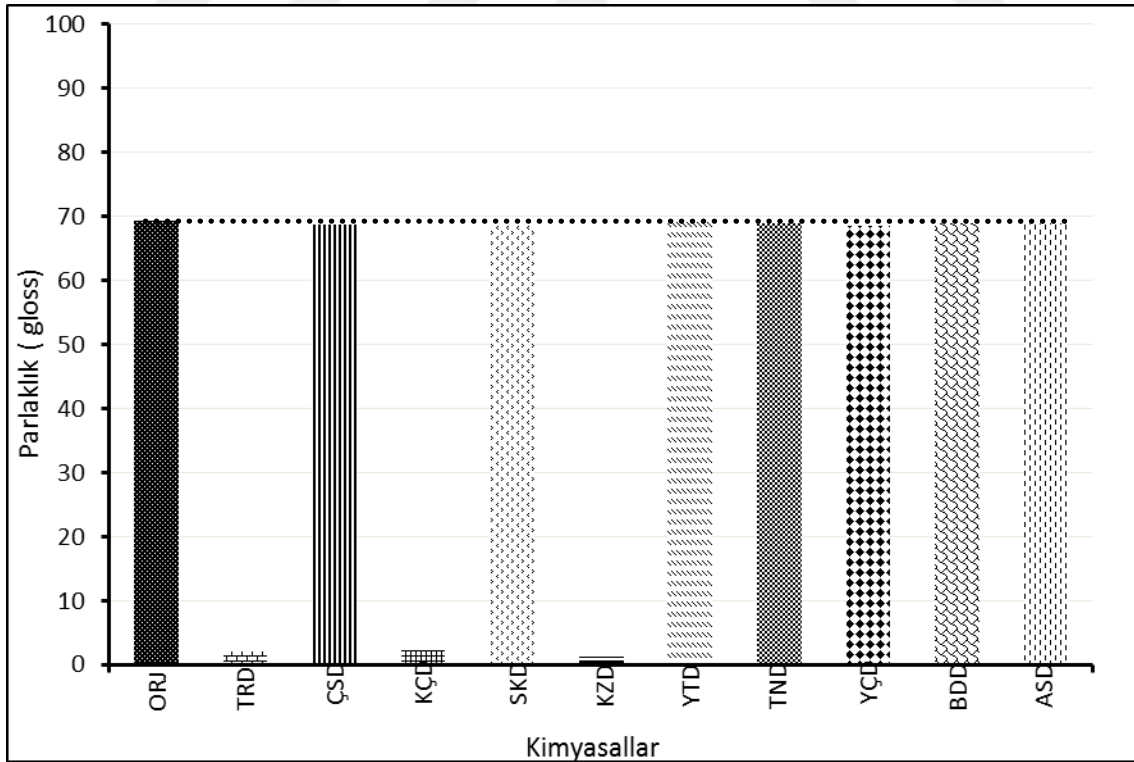
Şekil 4.8 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap (a), tuz ruhu (b) ve kireç çözücü (c) kimyasallarının 840 saat maruz kalmasından sonraki yüzey fotoğrafları.

4.2.2 Kimyasal Türlerinin Mermer Yüzey Parlaklığına Etkisi

Mermer yüzeyine uygulanan on adet çeşitli temizlik kimyasallarının maruziyeti sonucundaki yüzey parlaklık değerleri Şekil 4.9’ da gösterilmiştir. Deney normal atmosferik şartlar altında gerçekleştirilmiştir. Bu grafikte ölçümü yapılan birçok parametre içinden, % 100 derişim ve 840 saat temas süresi sabit alınmıştır(en yüksek derişim/en uzun maruziyet süresi). Şekil 4.9’ daki grafik incelendiğinde, en çok yüzey parlaklık kaybına sebep olan temizlik kimyasallar sırasıyla kezzap, tuz ruhu ve kireç çözücüdür. Bu kimyasallar kuvvetli asidik olduğu için mermer yüzeyinde agresif hareket sergilemekte ve numunedeki kalsit mineraliyle reaksiyona girerek yüzeyi aşındırmaktadır. Dolayısıyla mermer parlaklığını yok etmektedir. Geriye kalan kimyasalların etkileri ise minimal seviyelerde kalmış olup, yağ çözücü, çamaşır suyu ve sıvı ovma krem kimyasalları ortalama 1-2 gloss değerinde numunenin yüzey

parlaklığını azaltmıştır. Mermerin yüzey parlaklığına olan olumsuz etki en yüksekte en düşüğe doğru kimyasallar bakımından şu şekildedir: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü = Yağ çözücü = Çamaşır suyu = Sıvı ovma krem > Tiner =Arap sabunu =Bulaşık deterjanı = Yüzey temizleyicisi.

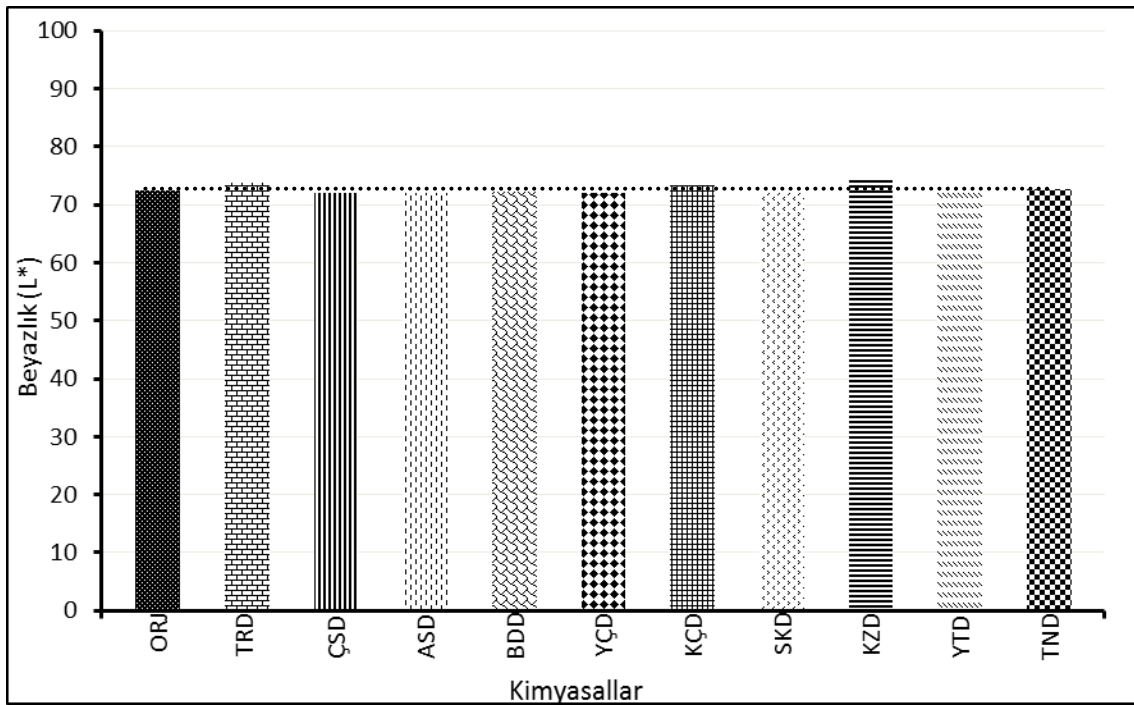
Literatürden bilindiği üzere, Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup, açık ve kapalı marka temizlik kimyasalları doğal taşların yüzeyinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda parlaklık kaybı incelenmiştir. Tuz ruhu ve kireç çözücü kimyasalların mermerin parlaklık kaybını maksimum seviyede arttırdığı ve temizlik kimyasallarının açık ya da kapalı olması farklı etki göstermediğini ifade etmiştir. Yüzey temizleyicisi ve çamaşır suyu kimyasalının doğal taşların parlaklığına etkisi ise asidik kimyasallara göre oldukça minimum kaldığını söylemiştir. Gökaltun (2005) tarafından yapılan çalışmada ise, mermer çeşitlerini atmosferik ortama (yağmur, kar vb.) serbest bırakmış ve beş aylık süre sonunda yüzey parlaklık kaybını incelemiştir. bfbhdAtmosferik faktörlerin mermer ve traverten örnekleri üzerinde parlaklık değerlerinde değişen oranlarda kayıplar meydana gelirken, granit örneklerinde ise parlaklık değeri kaybı oldukça minimum düzeylerde kaldığı ifade edilmiştir.



Şekil 4.9 Mermer yüzeyine uygulanan % 100 derişimli temizlik kimyasalların 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi.

4.2.3 Kimyasal Türlerinin Mermer Yüzey Rengine Etkisi

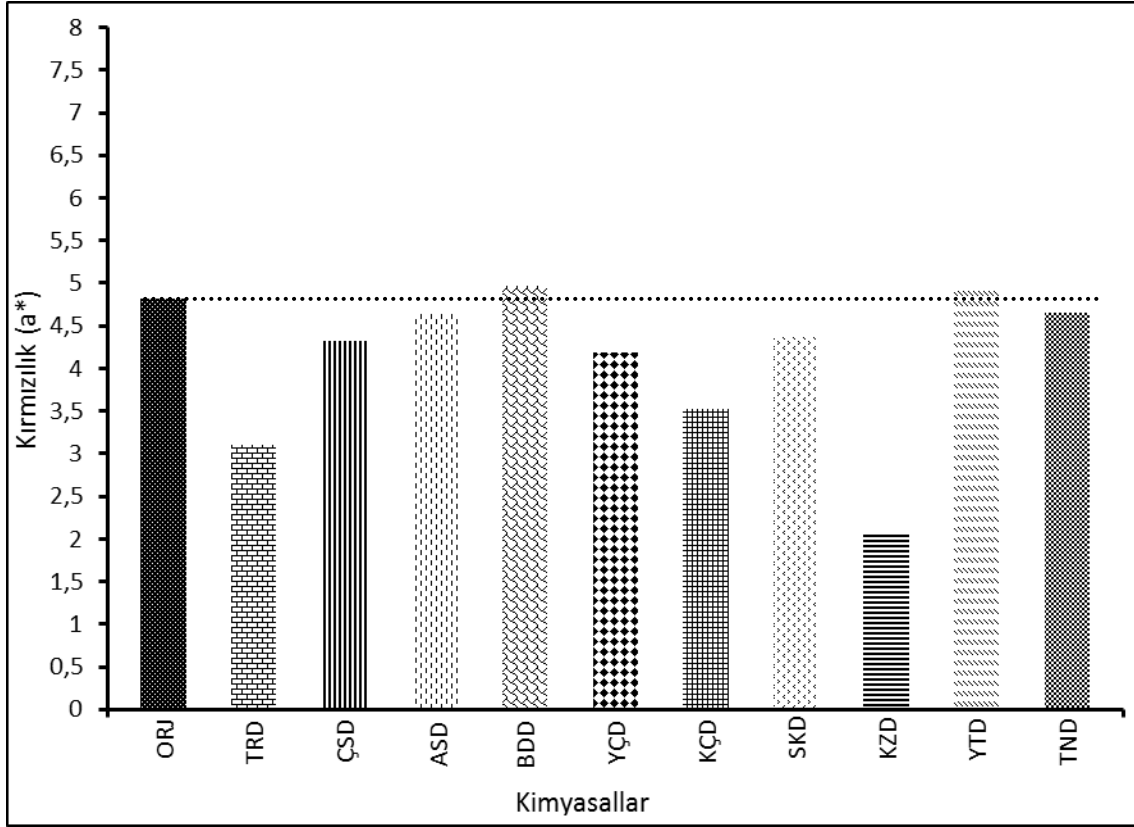
Mermer yüzeyine uygulanan on adet çeşitli temizlik kimyasallarının maruziyeti sonucundaki yüzey renk L^* a^* b^* değerleri, Şekil 4.10, 4.11, 4.12’ de gösterilmiştir. Bu grafiklerde kimyasalların % 100 derişimi ve 840 saat temas süresi esas alınmıştır (en yüksek derişim/en uzun maruziyet süresi). Şekil 4.10’ daki grafikten de görüleceği gibi, asidik kimyasallar yüzey beyazlık değerini arttırmıştır. Mermerin orijinalindeki yüzey beyazlık değeri (L^*) %72,31 iken, kezzap uyguladıktan sonra %74,46, tuz ruhu uyguladıktan sonra %73,75; kireç çözücü uygulandıktan sonra ise %73,28 olmuştur. Bu kimyasallar HCl, HNO₃ vb. gibi kuvvetli asidik karaktere sahip olduğu için mermerin yüzeyini dekompoze etmiştir dolayısıyla yüzey beyazlığını arttırmıştır. Geriye kalan kimyasallara bakıldığında ise, maruz kaldığı süre sonucunda yağ çözücü, sıvı ovma krem ve çamaşır suyu kimyasalları (özellikle bazik karakterli olanlar) numune yüzeyinde az miktarda beyazlık değerini (L^*) azaltmıştır. Mermerin beyazlığına olan olumsuz etki en yüksekten en düşüğe doğru kimyasallar bakımından şu şekildedir: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Yağ çözücü = Çamaşır suyu = Sıvı ovma krem > Arap sabunu = Tiner = Yüzey temizleyicisi = Bulaşık deterjanı.



Şekil 4.10 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Şekil 4.11' deki grafikte, mermere temizlik kimyasallarının uygulandıktan önce ve sonraki yüzey kırmızılık değerleri (a^*) gösterilmiştir. Grafikten görüldüğü üzere, mermerin yüzey kırmızılık değerini en fazla azaltan/değiştiren kimyasallar sırasıyla kezzap, tuz ruhu ve kireç çözücü' dür. Bu temizlik kimyasallarının içeriklerinde HCl, HNO_3 vb. gibi kuvvetli asidikler olduğu için mermerin himayesindeki kalsiyum karbonatla reaksiyon sonucu yüzeyi deforme etmesi öngörülmektedir. Dolayısıyla numune yüzeylerinde oluşan tahribat sebebiyle yüzey kırmızılık değeri azalmıştır. Orijinal mermer numunesinin yüzey kırmızılık değeri 4,82 iken, asidik karakterli kimyasallar uygulandığında kireç çözücü 3,53, tuz ruhu 3,11, kezzap kimyasalında ise 2,08 değerine düşmüştür. Kırmızılık değerinin (a^*) sıfıra doğru yaklaşması yüzeyin beyazladığını göstermektedir. Bazı karakterli kimyasallara bakıldığında ise, asidik kimyasallar kadar mermer yüzey kırmızılık değerinde azalma olmasa da az miktarda düşüş görülmüştür. Orijinal mermer numunesinin yüzey kırmızılık değeri (a^*) 4,82 iken, arap sabunu uygulandıktan sonra 4,65, sıvı ovma krem 4,38, çamaşır suyu uygulandıktan sonra 4,33, yağ çözücü uygulandıktan sonra ise 4,19 değerine düşmüştür. Nötr karakterli kimyasallar ise, uygulandıktan sonra numune yüzey kırmızılık değerinde çok az miktarda artmasına sebep olmuştur. Orijinalinde mermer yüzey kırmızılık değeri 4,82 iken, bulaşık deterjanı uygulandıktan sonra 4,98 yüzey temizleyicisi uygulandıktan sonra ise 4,94 olmuştur.

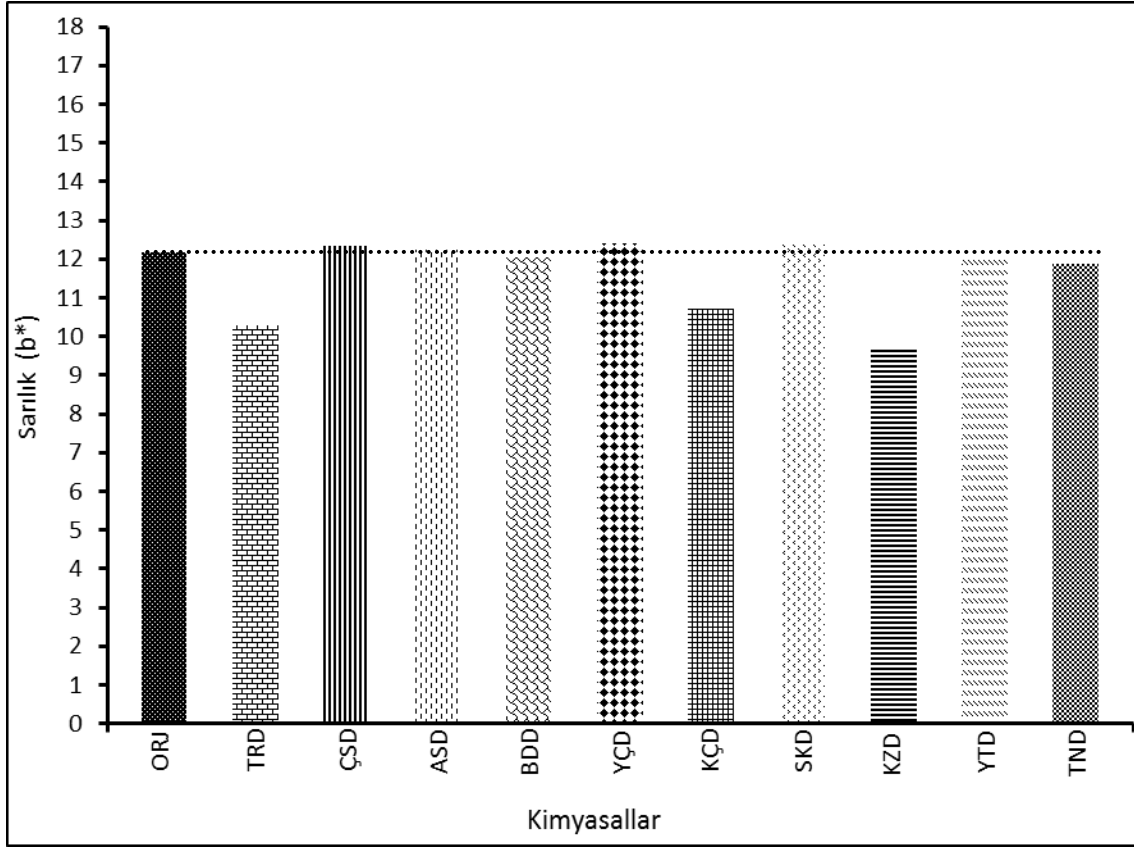
Mermerin yüzey kırmızılık değerine olan olumsuz etki en yüksekten en düşüğe doğru kimyasallar bakımından şu şekildedir: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Yağ çözücü > Çamaşır suyu > Sıvı ovma krem > Arap sabunu > Tiner = Bulaşık deterjanı = Yüzey temizleyicisi.



Şekil 4.11 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasalların 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Şekil 4.12’ deki grafikte görüldüğü üzere; numunelere uygulanan kimyasallardan asidik karakterli olanlar (kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü) yüzey sarılık değerini (b^*) yüksek oranda azaltmaktadır. Orijinalinde yüzey sarılık değeri 12,17 iken; kezzap kimyasalının uygulanmasıyla 9,73; tuz ruhunun uygulanmasıyla 10,28; kireç çözücü kimyasalının uygulanması sonrasında ise 10,73’ e düşmektedir. Bazik karakterli kimyasalların maruziyetinden sonra ise, yüzey sarılık değerleri çok az miktarda artmıştır. Yağ çözücü kimyasalının teması sonrası 12,39, çamaşır suyunun teması sonrası 12,34 sıvı ovma kremin teması sonrası 12,36, arap sabununun teması sonrasında ise 12,23’e yükselmiştir. Yüzey temizleyicisi ve bulaşık deterjanının teması sonrası ise, yüzey sarılık değeri minimal seviyede azalmış olup ortalama 12,05’e düşmüştür.

Mermerin yüzey sarılık değerine olumsuz etki eden en yüksekten en düşüğe doğru kimyasallar bakımından şu şekildedir: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Tiner > Çamaşır suyu > Yağ çözücü > Sıvı ovma krem > Yüzey temizleyicisi =Arap sabunu = Bulaşık deterjanı.



Şekil 4.12 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.

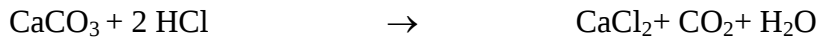
4.2.4 Kimyasal Türlerinin Mermer Kütle Değerine Etkisi

Mermer yüzeyine uygulanan on adet çeşitli temizlik kimyasallarının maruziyeti öncesi ve sonrasındaki kütle değerleri Şekil 4.13’ de gösterilmiştir. Deney normal atmosferik şartlar altında gerçekleştirilmiştir. Bu grafikte birçok farklı kriterlerde ölçümü yapılan parametreler içinden, kimyasalların % 100 derişimi ve 840 saat temas süresi sabit alınmıştır (en yüksek derişim/en uzun maruziyet süresi). Grafikte de görüldüğü gibi, mermer yüzeyinde yüksek değerde aşınma ve oyulmalara sebep olan temizleyici kimyasalların başında sırasıyla kezzap, kireç çözücü, tuz ruhu kimyasalı gelmektedir. Kezzap kimyasalının uygulandığı mermer yüzeyinde yaklaşık 9 mm derinliğinde ve boru çapı (3cm) kadar bir oyuk oluşturduğu (bkz. Şekil 4.8) ve bu sebeple kütle kaybına neden olduğu tespit edilmiştir. Bu kütle kaybının nedeni ise, kezzapın (HNO₃) kimyasalının mermer (yani CaCO₃) ile girdiği ;

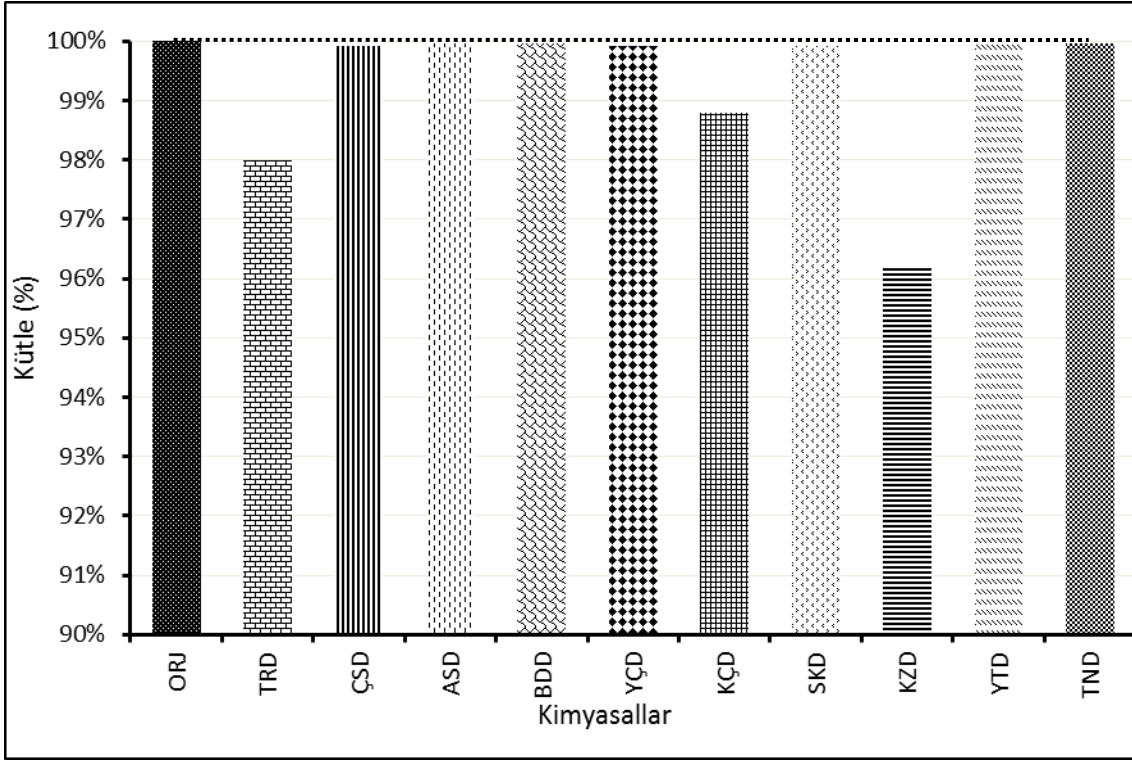


reaksiyon sonucu açığa çıkan CO₂ gazı ve sudur. Derişimler ve temas süresi arttıkça erime kayıp oranları da artmıştır. Mermerin erime kaybı oranı, %100 derişimli kezzap kimyasalın 840 saat teması sonucunda toplam ağırlığının % 3,88'si kadardır.

Tuz ruhu kimyasalının uygulandığı mermer yüzeyinde ise, sıvının temas ettiği bölgede yaklaşık 4-5 mm derinliğinde bir oyuk oluşturduğu ve bu suretle kütle kaybı meydana getirdiği görülmektedir. Buradaki kütle kaybı da yine nitrik asitteki olaya benzer şekilde, hidroklorik asit (HCl) içeren tuz ruhu kimyasalının mermerdeki kalsiyum karbonat (CaCO₃) ile girdiği;



reaksiyon sonrasında oluşan CO₂ gazı ve sudur. Mermerin erime kaybı oranı, %100 derişimli tuz ruhu kimyasalın 840 saat teması sonucunda toplam ağırlığının % 2' si kadardır. Kireç çözücü kimyasalında ise, mermer yüzeyinde aynı çapta 3-4 mm derinliğinde bir oyuk oluşturmuştur. Mermerin erime kaybı oranı, %100 derişimli kireç çözücü kimyasalın 840 saat teması sonucunda toplam ağırlığının % 1,2' sidir. Buradaki kütle kaybı da yine kezzaptaki (nitrik asit) olaya benzer şekilde, HNO₃ kimyasalının mermer (yani CaCO₃) ile girdiği reaksiyon sonucu açığa çıkan CO₂ gazı ve su buharıdır. Gündüz ve arkadaşları (1995) mermer türleri yüzeylerinde 12 saatlik zaman diliminde sodyum sülfat dekahidrat çözeltisi maruz bırakılmış, sonucunda ağırlık kayıpları incelenmiştir. Yüksek konsantrasyonlu asidik veya bazik tuzlu çözeltilerde sürekli olarak veya aralıklı olarak temas etmek zorunda kalabilen mermer örneklerinin içyapısal olarak çözünmesi, yüzey pürüzlülüğünün değişimi, renk ve homojenlik etkileşimi ve derişik çözelti etkisiyle aşınmadan dolayı ağırlık kaybına sebep olduğu ifade edilmiştir. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup, tuz ruhu, kireç çözücü kimyasalların mermerde erime/parlaklık kaybı yüksek oranlara ulaştığını ifade etmiştir. Yüzey temizleyicisi, çamaşır suyunu ve kremli deterjanların mermerde erime kaybı sınırlı oranlarda kaldığı sonucuna varmıştır. Mermerin kütle kaybına sebep kimyasallar en yüksek kütle kaybından en düşüğe doğru şu şekilde sıralanmaktadır: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Yağ çözücü = Çamaşır suyu = Sıvı ovma krem = Tiner = Arap sabunu = Yüzey temizleyicisi = Bulaşık deterjanı.



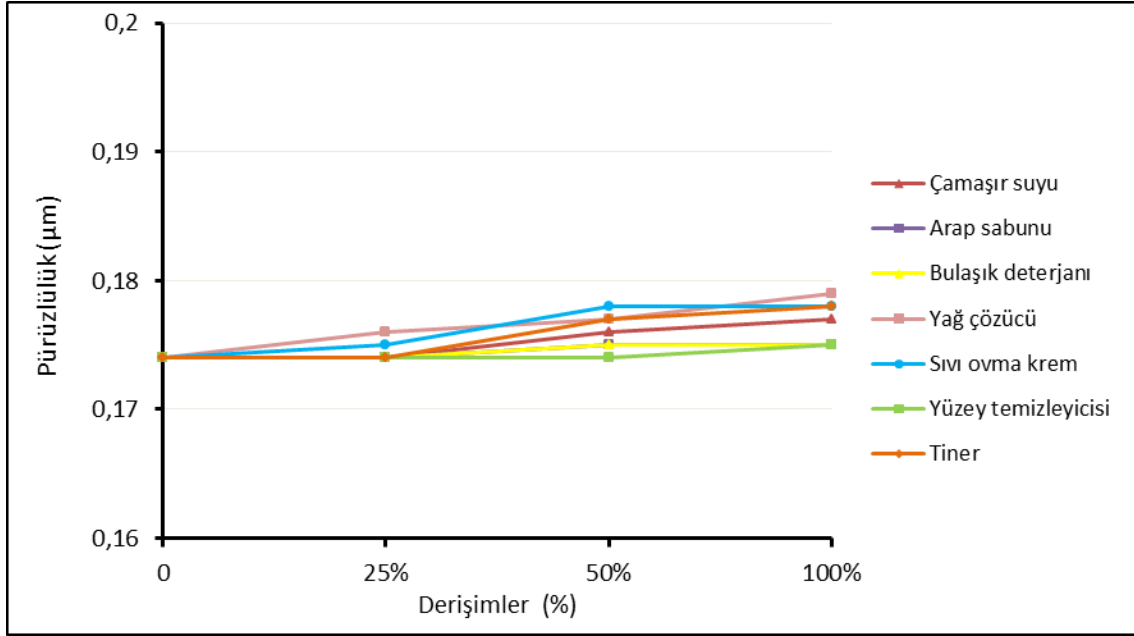
Şekil 4.13 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.

4.3 Kimyasala Maruz Kalma Süresi ve Kimyasal Derişimin Mermerin Yüzey Özelliklerine Etkisi

4.3.1 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Mermer Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

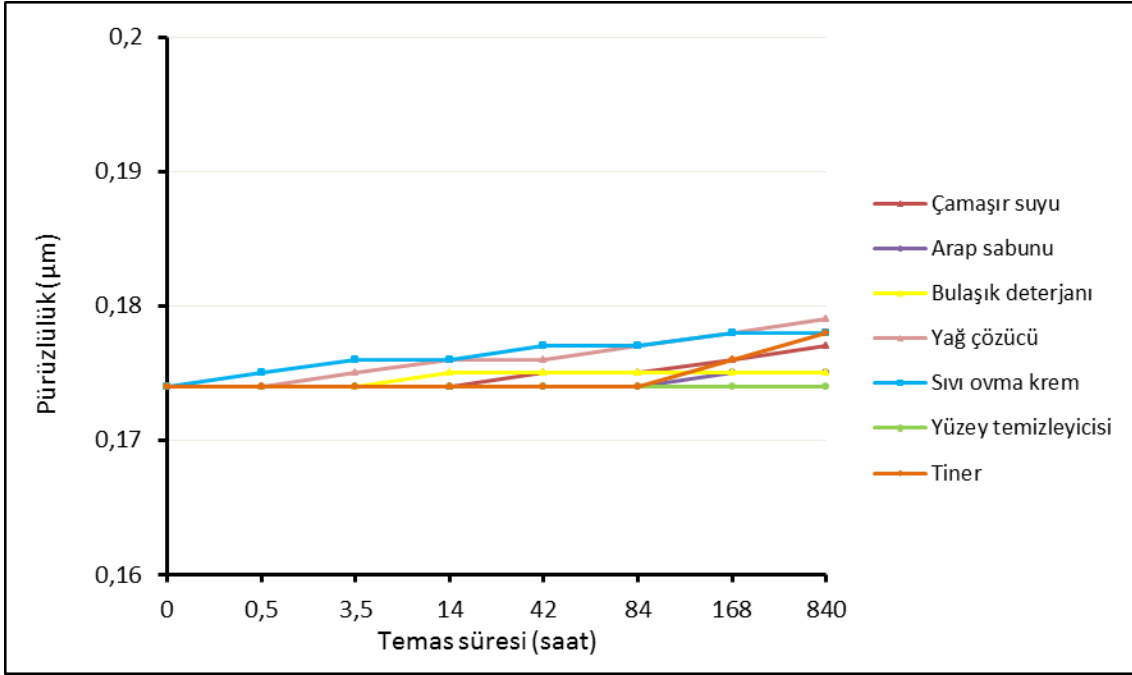
Temizlik kimyasallarının üç farklı derişimleri mermerin yüzeyine 840 saat (en uzun temas süresi) maruziyetinden önceki ve sonraki yüzey pürüzlülük değerleri Şekil 4.14’deki grafikte gösterilmiştir. Kezzap, tuz ruhu ve kireç çözücü kimyasalları kuvvetli asidik olmaları sebebiyle mermer yüzeylerinde oyuk oluşturdıkları için yüzey pürüzlülük değerleri ölçülememiştir. Diğer kimyasallara bakıldığında ise; grafikte görüldüğü üzere, kimyasalların konsantrasyonları arttıkça mermer pürüzlülük değerleride mikro düzeyde lineer bir artış söz konusudur. Bu kimyasallar içinden ise, bazik karakterli olanların etkisi daha fazladır. Yağ çözücü, sıvı ovma krem, çamaşır suyu, arap sabunu gibi kimyasalların derişimi arttıkça, ortalama 0,001 μm -0,004 μm

değer aralığında pürüzlülük kaybına neden olmuşlardır. Pürüzlülük artışının sınırlı oranlarda kalmasının nedeni ise, içeriklerinde bazik, nötr ve düşük asidik karakterli minerallerin olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.14 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Şekil 4.15’ de kimyasalların %100 derişimi sabit alınarak numuneler üzerinde yedi farklı sürelerde maruz bırakıldıktan sonraki yüzey pürüzlülük değerleri gösterilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere, mermer yüzeyinde kimyasalların 0,5 saatten 840 saate kadar olan temas sürelerine bakıldığında, bu süreçte yüzeyde kuvvetli asidik kimyasallar haricindeki bazik ve nötr kimyasallar pürüzlülük anlamında önemli bir etki göstermemişlerdir. Ortalama pürüzlülük kayıpları ise, 0,001 µm-0,004 µm değer aralığında olmuştur. Kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü kimyasalların mermer üzerindeki deformasyonları (ortalama 1-9 mm arası oyuk) sebebiyle pürüzlülük değeri ölçülememiştir.

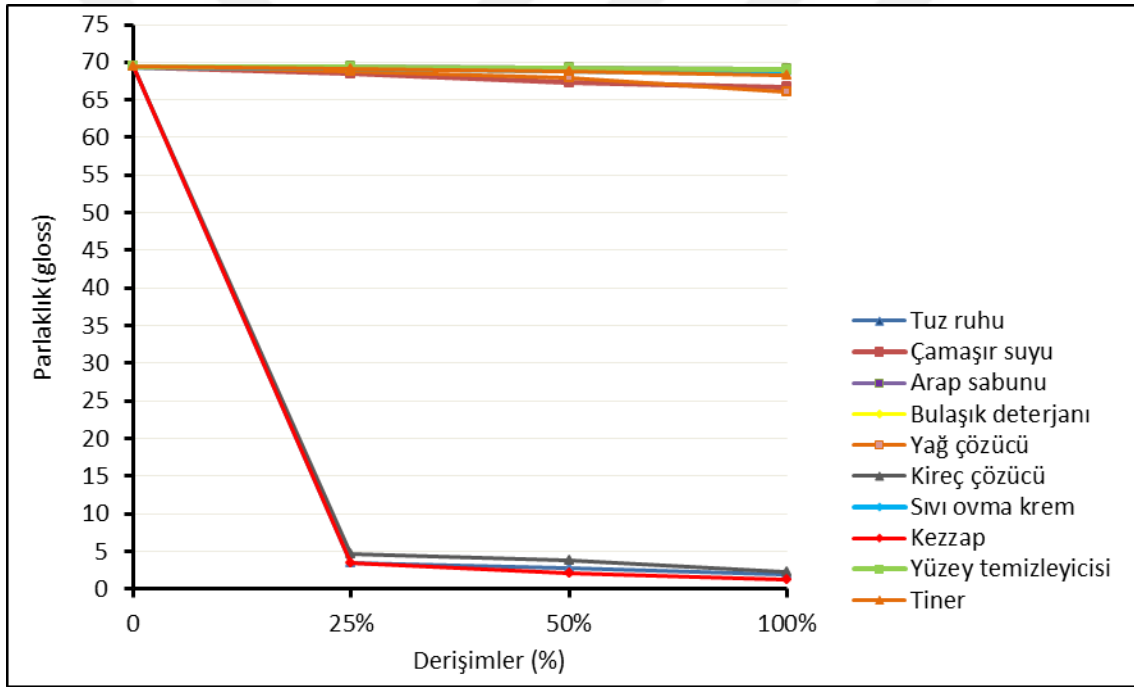


Şekil 4.15 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

4.3.2 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Mermer Yüzey Parlaklığına Etkisi

Şekil 4.16' daki grafikte, kimyasalların üç farklı konsantrasyonlu çözeltisi (%25 seyreltik , %50 sulu, %100 orijinal), mermer yüzeyinde 840 saat maruziyetinden sonraki parlaklık değerleri (artış/azalış) gösterilmektedir. Grafikten de görüldüğü üzere, kimyasalların derişimleri arttıkça yüzeydeki parlaklık kayıpları da lineer olarak artmaktadır. Numune yüzeyinde en fazla parlaklık kaybı yaşatan kimyasal kezzap'tır. Bileşiminde üç oksijen, bir hidrojen ve üç azot bulunan bu kimyasal, kuvvetli asit olduğu için mermer üzerinde karakteristik bozulmalara/yüzey erozyonuna yol açmıştır. Kezzaptan sonra en fazla parlaklık kaybına sebep olan kimyasallar sırasıyla tuz ruhu ve kireç çözücü'dür. Bu kimyasallarda bünyesinde güçlü asitleri barındıklarından derişimi arttıkça deformasyonel etkisi de artmaktadır. Orijinalinde yüzey parlaklığı 69,4 gloss olan mermerde, bu asidik kimyasalların en düşük derişimdeki (% 25) etkisi bile, mermer yüzeyini aşındırmış olup, yüzey parlaklığını ortalama 4-5 gloss değerine düşürmüştür. Bunların dışında kalan kimyasalların içeriklerinde (bazik, nötr) agresif yapıli kimyasal olmadığı için, numune yüzeylerinde minimal seviyelerde, ortalama 1-2 gloss değerinde parlaklık kaybına neden olmuştur. Gökaltun (2004) tarafından yapılan

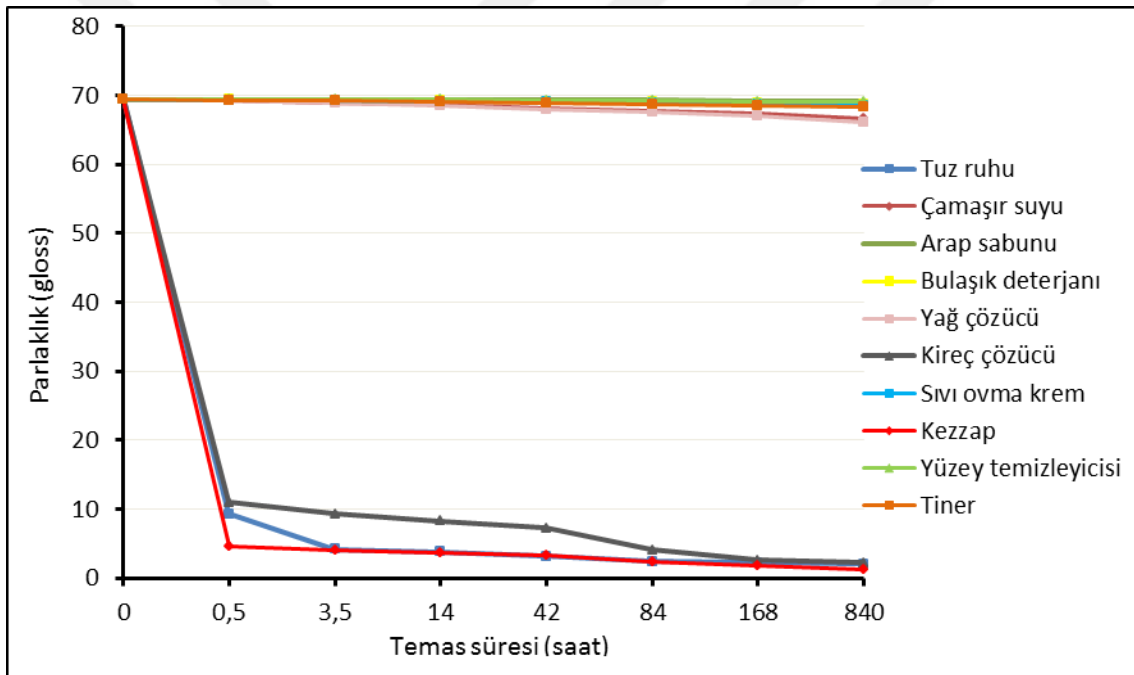
çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup, açık ve kapalı marka temizlik kimyasalları doğal taşların yüzeyinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda parlaklık kaybı incelenmiştir. Tuz ruhu ve kireç çözücü kimyasalların mermerde parlaklık kaybına büyük etki ettiğini ifade etmiştir. Yüzey temizleyicisi, sıvı jel ve çamaşır suyu kimyasalının doğal taşların parlaklığına etkisi ise, asidik kimyasallara göre oldukça minimum kaldığını söylemiştir. Gökaltun (2005) tarafından yapılan çalışmada ise, mermer çeşitlerini atmosferik ortama (yağmur, kar vb.) serbest bırakmış ve beş aylık süre sonunda yüzey parlaklık kaybını incelemiştir. Atmosferik faktörlerin mermer ve traverten örnekleri üzerinde parlaklık değerlerinde değişen oranlarda kayıplar meydana gelirken, granit örneklerinde ise parlaklık değeri kaybı oldukça minimum düzeylerde kaldığı ifade edilmiştir.



Şekil 4.16 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi.

Şekil 4.17' de temizlik kimyasalları mermerin yüzeyinde yedi farklı sürelerde (0,5-3,5-14-42-84-168-840 saat) maruz bıraktıktan sonraki parlaklık değerleri/kayıpları gösterilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere, kısa vadede (0,5 saat) bile teması sonucunda en çok parlaklık kaybına sebebiyet veren kimyasal kezzap kimyasalıdır. Mermerin orijinalinde yüzey parlaklığı 69,4 gloss iken, kezzap kimyasalının maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığını 4 gloss'a düşürmüştür. Temas süresi arttıkça da lineer

olarak parlaklık kayıpları devam etmiştir. Tuz ruhu temas ettiği süre bakımından incelendiğinde, 0,5 saat (kısa vade) maruziyet süresi sonunda parlaklık değerinde hızlı (ani) düşüş gözlemlenmiş olup ortalama parlaklığı 10 gloss'a düşürmüştür. Temas süreleri arttıkça parlaklık kaybı hızı azalmıştır. Kireç çözücü kimyasalı ise, yüzeyde 0,5 saat durduktan sonra oluşturduğu tahribat hızlı bir ivme yakalamış olup, yüzey parlaklığını 11 gloss değerine düşürmüştür. Temas süreleri arttıkça da deformasyon artış hızında düşmüştür. 840 saat sonucunda parlaklık değeri 2 gloss'a düşmüştür. Diğer kimyasallarda (yağ çözücü, tiner, çamaşır suyu vs.) ise, temas ettiği sürelerde 1-2 gloss gibi sınırlı oranlarda parlaklık kaybı belirlenmiş olup, asitler kadar etki göstermemişlerdir.

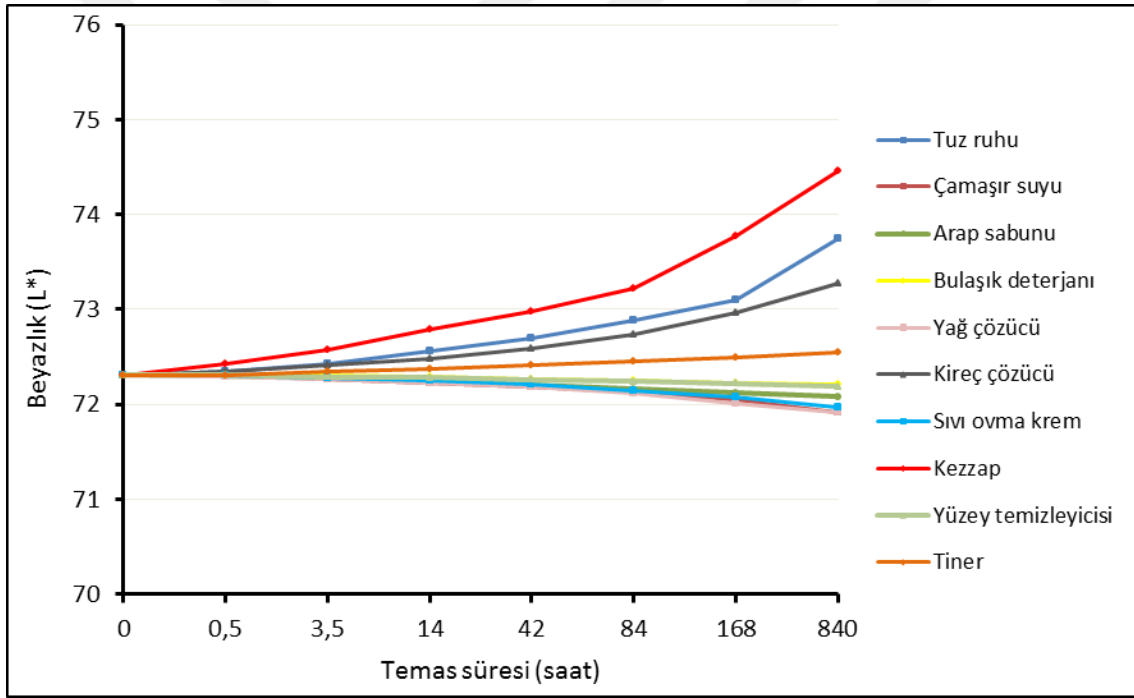


Şekil 4.17 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi.

4.3.3 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Mermer Yüzey Rengine Etkisi

Şekil 4.18' deki grafikte, on adet çeşitli temizlik kimyasallarının temas sürelerine bağlı (0,5-3,5-14-42-84-168-840 saat) olarak numune yüzeylerindeki maruz kaldığı süre boyunca, numune yüzeylerinde yaşanan renk değişimleri (beyazlık) gösterilmiştir. Normal atmosferik şartlar altında gerçekleştirilen bu deneyde kimyasalların % 100

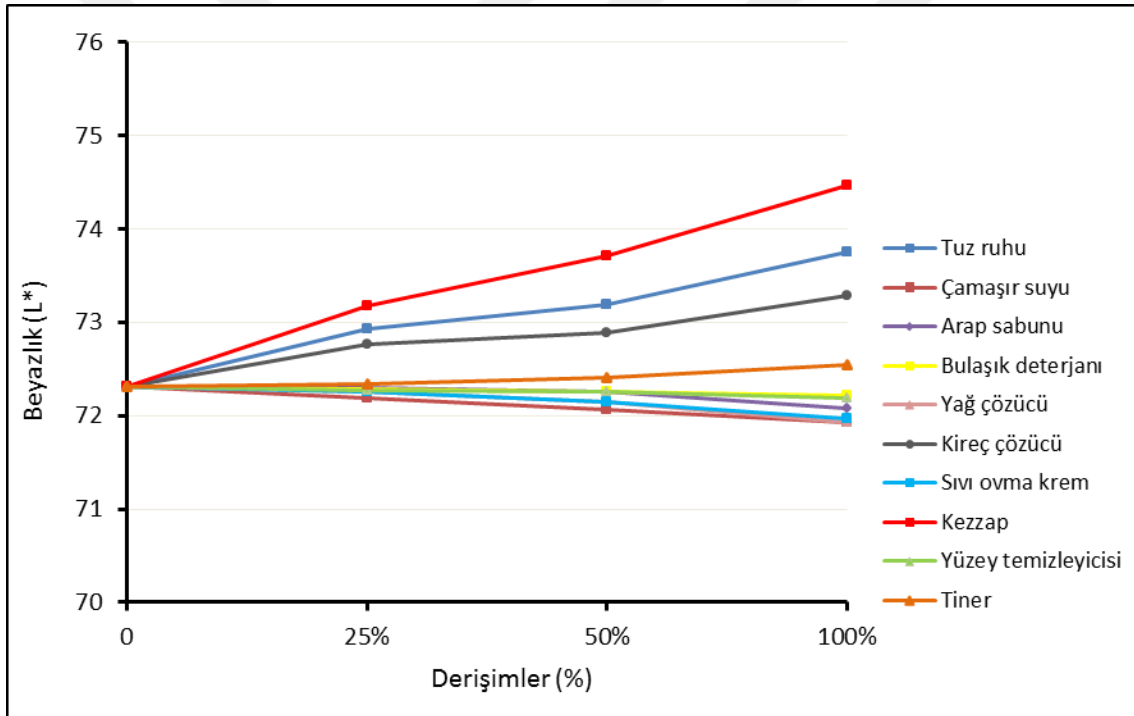
derişimi sabit alınmıştır. Grafikte numune yüzey beyazlık (lightness) değeri değişimlerine bakıldığında, en fazla etki eden kimyasallar sırasıyla kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü görünmektedir. Bu kimyasallar yüksek asidik karaktere sahip olduğu için yüzey beyazlık değeri artırmış olup, yüzeydeki renk-desen homojenliğini bozunumu gerçekleştirmişlerdir. Tiner kimyasalı ise, düşük asidik karaktere sahip olduğu için az miktarda beyazlık değeri arttırmıştır. Çamaşır suyu, arap sabunu, sıvı ovma krem, yağ çözücü gibi bazik karakterli kimyasallar ise numune yüzeyinde beyazlık değeri temas süreleri sonucunda ortalama 3-4 gloss azaltmıştır. Bulaşık deterjanı ve yüzey temizleyicisi kimyasallarında nötr karaktere sahip olduklarından dolayı numune beyazlık değerinde minimal düzeyde (0,5-1 gloss) azalma olmuştur.



Şekil 4.18 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Şekil 4.19’ daki grafikte, on adet çeşitli kimyasalların %25 seyreltik, %50 sulu, %100 orijinal olarak üç farklı derişimi, mermer yüzeylerine 840 saat maruz bırakılmış ve sonucunda numune yüzey renk değişimleri (beyazlık) gösterilmiştir. Grafiğe göre, en fazla yüzey beyazlık değeri değiştiren(arttıran) kimyasal, yüksek asidik içerikli kezzap kimyasalıdır. Konsantrasyon oranı arttıkça (%25-%50-%100) numunedeki beyazlık değeri lineer olarak artmıştır. Numune yüzey beyazlığını arttıran sebep ise,

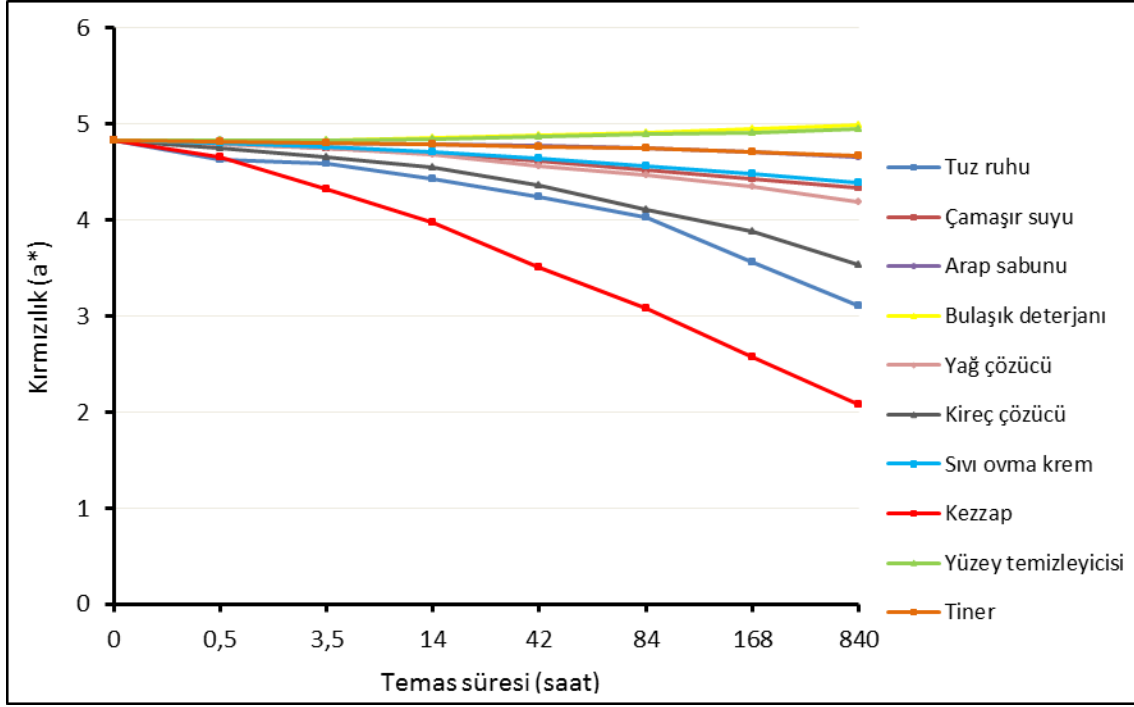
kimyasalın içerdği nitrik asitin yani kuvvetli çözücünün mermer (kalsiyum karbonat) yüzeyinde reaksiyona girmesi düşünülmektedir. Kezzap kimyasalından sonra numunenin yüzey beyazlık değerini arttıran diğer kimyasallar tuz ruhu ve kireç çözücü'dür. Konsantrasyon oranına göre, derişim arttıkça yüzey beyazlık değeri ortalama 1-2 değer arasında artış göstermiştir. Bu üç kuvvetli asidik kimyasallar dışında kalan temizlik kimyasallarda ise; bazik ve nötr karakterli olan kimyasalar üç farklı konsantrasyon (seyreltik, orta, derişik) çerçevesinde derişim arttıkça, yüzeyde beyazlık değerini (L^*) minimal seviyede azaltmıştır. Sebebi ise, mermerdeki kalsiyum karbonatla bazik ve nötr içerikli kimyasalların tepkimasyonu düşük seviyede gerçekleşmesi düşünülmektedir.



Şekil 4.19 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

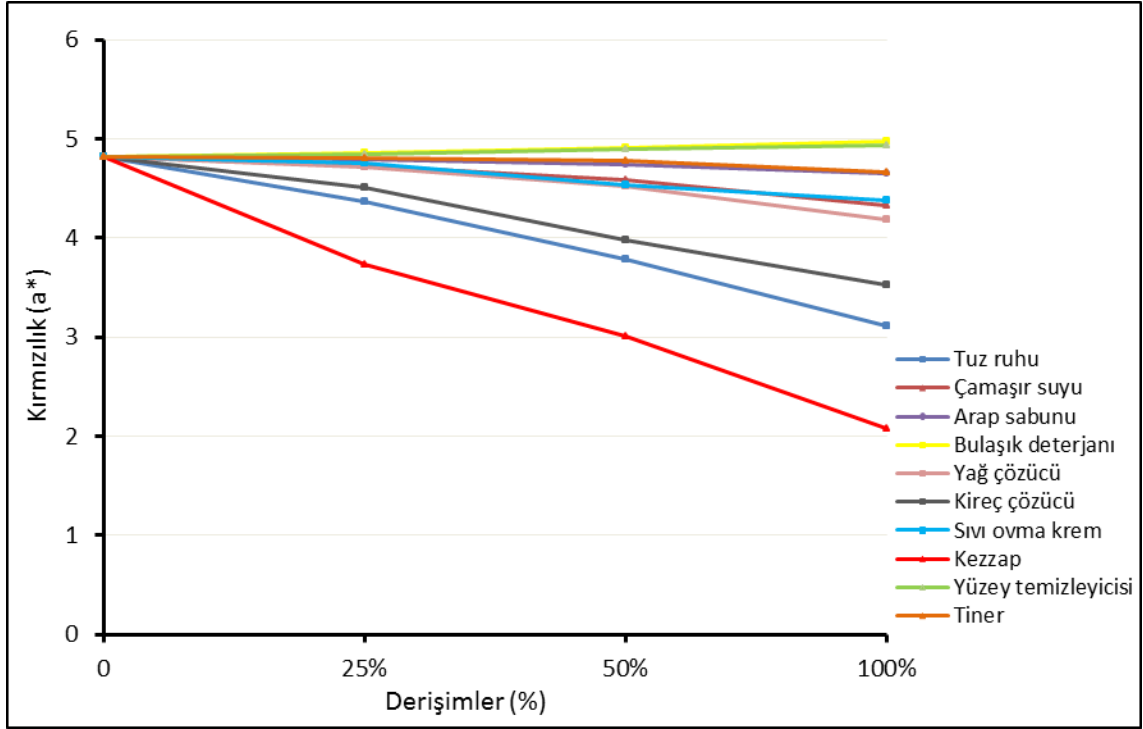
Numunelere uygulanan kimyasalların temas ettiği sürelerde (0,5-3,5-14-42-84-168-840 saat) yüzeyde oluşan renk değışimleri (kırmızılık-yeşillik) Şekil 4.20' deki grafikte gösterilmiştir. Grafikten görüldüğü üzere, numune yüzey kırmızılık değerini en çok değıştiren/azaltan kimyasallar sırasıyla kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü'dür. Bu kimyasalların derişimi arttıkça kırmızılık değeri de lineer olarak azalma olup, numune

yüzey rengini kırmızılıktan beyazlığa doğru kaydirmiştir. Bazik karakterli kimyasallarda (sıvı ovma krem, çamaşır suyu, yağ çözücü, bulaşık deterjanı, arap sabunu) ise; numune yüzeyine temas süresi arttıkça kırmızılık değerinde az miktarda azalma olmuştur. Nötr içerikli kimyasallarda ise, belirgin bir etki olmamıştır.



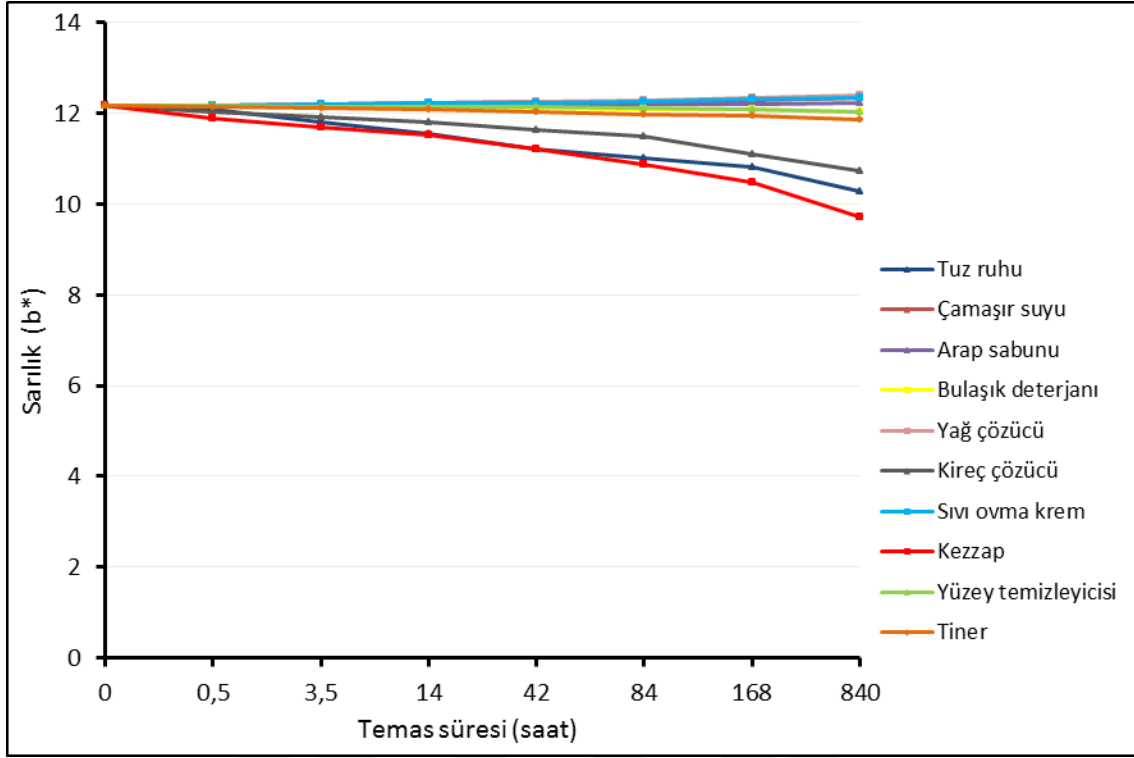
Şekil 4.20 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Şekil 4.21’ deki grafikte, numuneler üzerinde üç farklı konsantrasyonlu çeşitli temizlik kimyasalları uygulandıktan önce ve sonraki yüzey renk değişimleri (kırmızılık-yeşillik) gösterilmiştir. Numune yüzeyine uygulanan kimyasallar içinden yüzey kırmızılık değerine en fazla etki eden kimyasalların başında sırasıyla kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü gelmektedir. İçerdiği yüksek asidik karakterli olması sebebiyle konsantrasyon oranlarına göre yüzeydeki kırmızılık-yeşillik dengesi değişmektedir. Derişim oranı arttıkça yüzey renk tonunu kırmızılıktan beyazlığa doğru yaklaştırmaktadır. Diğer kimyasallarda ise; bazik karakterli olan kimyasalların teması süresince az miktarda kırmızılık değerinde azalma olmuş olup, nötr içerikli kimyasallarda numune yüzeyinde belirgin bir etki yaşanmamıştır.



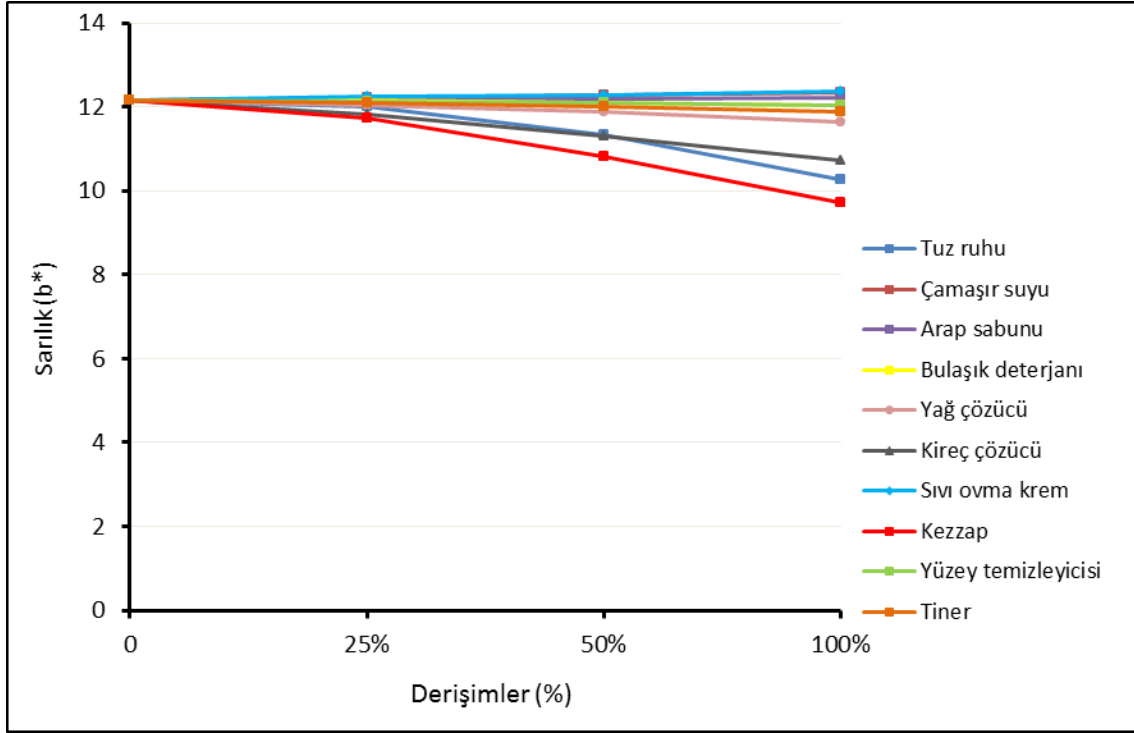
Şekil 4.21 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Temizlik kimyasalları yedi farklı zaman diliminde (0,5-3,5-14-42-84-168-840) mermer yüzeyine temas ettirilmiş ve sonucunda da mermerin yüzey sarılık değerleri Şekil 4.21’deki grafikte gösterilmiştir. Normal atmosferik şartlar altında gerçekleştirilen bu deneyde, kimyasalların % 100 derişimi sabit alınmıştır. Numunelerin yüzey sarılık değerine en çok etki eden/azaltan kimyasallar sırasıyla kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü’dür. Bu kimyasallar kuvvetli asit olduklarından temas süreleri arttıkça numunelerin yüzey sarılık renk değeri de azalmaktadır. Bulaşık deterjanı, tiner, yüzey temizleyicisi gibi düşük asidik ve nötr karakterli diğer kimyasallar numune yüzeyine temasları süresince çok farklı değişim yaratmamıştır. Arap sabunu, yağ çözücü, sıvı ovma krem, çamaşır suyu gibi bazik içerikli kimyasallarda ise, numunelere temasları sonucunda yüzey sarılık tonu değeri az miktarda artmıştır.



Şekil 4.22 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Şekil 4.23’ de, üç farklı konsantrasyondaki kimyasallar (%25-%50-%100) numune yüzeylerine 840 saat maruz bırakılıp, süre sonucunda yüzeyde oluşan tahribatlar sebebiyle renk tonunda değişimler gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde, en fazla değişime sebep olan kimyasal kezzap olduğu, numune yüzeyine temasında yüzey renginin sarıdan beyaza kaydığı ve derişimi arttıkça daha fazla sarılık tonu azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi de, içerdığı kuvvetli asit etkisiyle mermer bünyesindeki CaCO_3 ile girmiş olduğu tepkime olabilir. Tuz ruhu ve kireç çözücü kimyasalı da kezzap kimyasalındaki gibi, numuneye temas sonrasında derişimle paralel olarak yüzey renk sarılık değerini azaltmış, yüzey sarılık (b^*) değerini sıfır noktasına doğru çekmiş bu da beyazlık etkisi yaratmıştır. Bulaşık deterjanı, tiner, yüzey temizleyicisi gibi düşük asidik ve nötr karakterli diğer kimyasallar numune yüzeyine temasları süresince çok farklı değişim belirlenmemiştir. Arap sabunu, yağ çözücü, sıvı ovma krem, çamaşır suyu gibi bazik içerikli kimyasallarda ise, numunelere temasları sonucunda yüzey sarılık tonu değeri az miktarda azaltmıştır.

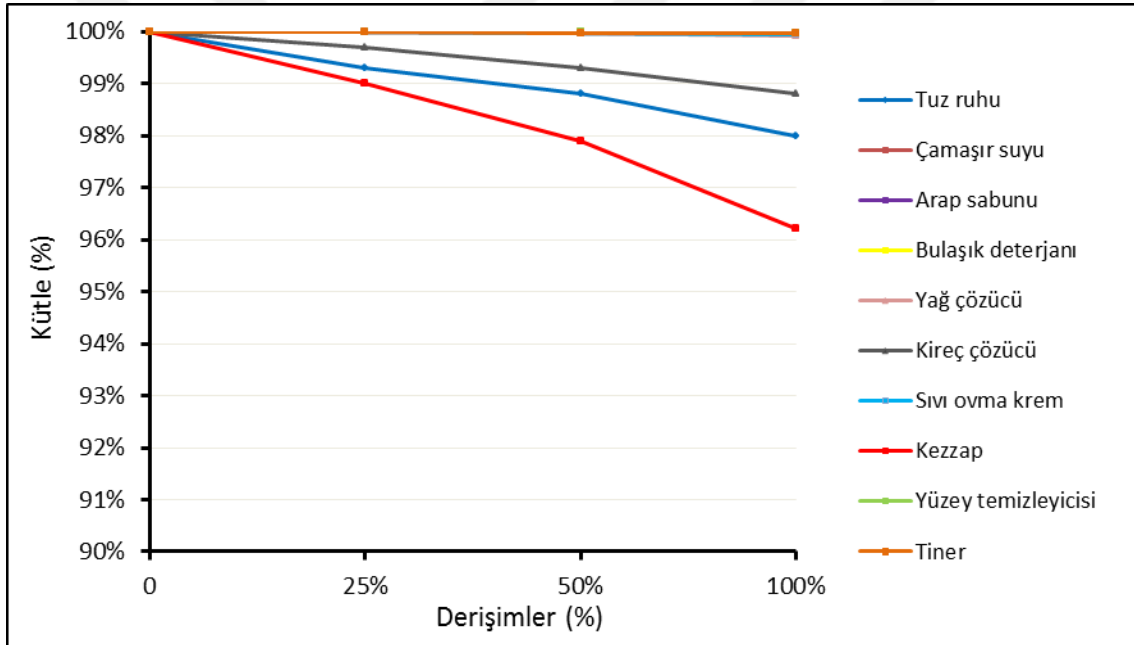


Şekil 4.23 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.

4.3.4 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Mermer Kütle Değerine Etkisi

Şekil 4.24' deki grafikte, temizlik kimyasallarının üç farklı derişimleri mermer yüzeyinde 840 saat maruz kalmasından sonra oluşan erime kayıpları gösterilmiştir. Maruziyetiyle en fazla kütle erimesine sebep olan kimyasal kezzaptır. Kezzap (HNO_3) kimyasalının üç farklı konsantrasyondaki maruziyet etkilerine bakıldığında; % 25 derişimli kezzap kimyasalın 840 saat teması sonucunda mermerin erime kaybı oranı, toplam ağırlığının % 1' i, % 50 derişimde % 2,2, % 100 derişimde ise % 4'ü kadardır. Konsantrasyon arttıkça erime kaybı oranında artmaktadır. Tuz ruhu kimyasalında (HCl) ise, yine nitrik asitteki gibi % 25 derişimli tuz ruhu kimyasalın 840 saat teması sonucunda mermerin erime kaybı oranı, toplam ağırlığının % 0,7, % 50 derişimde % 1,2, % 100 derişimde ise % 2'si kadardır. Konsantrasyon oranı arttıkça erime oranında artmıştır. Diğer kuvvetli asit içeren kireç çözücü kimyasalında ise, konsantrasyon oranı arttıkça mermerin erime kaybı oranı sırasıyla (%25-%50-%100) % 0,3, % 0,7, % 1,2' dir. Geriye kalan kimyasallarda (bazik, nötr) ise, 840 saat maruziyeti sonrasında numunede mikro düzeyde bir pürüzlülük yaşandığı için kütle kaybına neden olmamıştır.

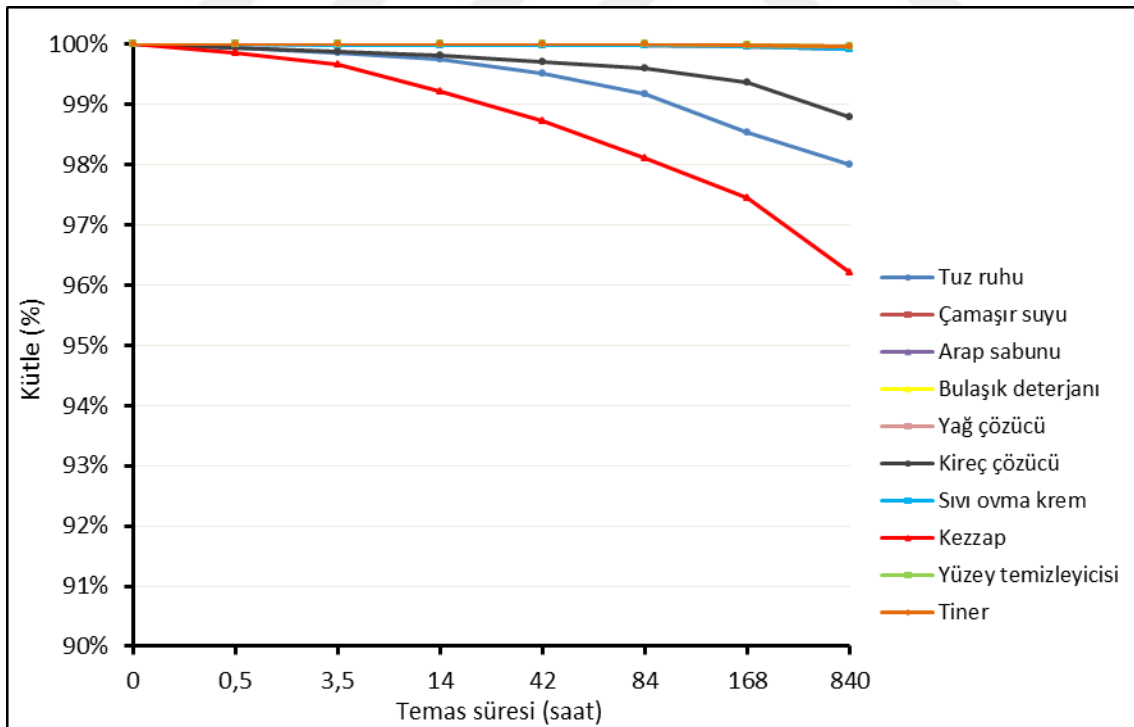
Gündüz ve arkadaşları (1995) mermer türleri üzerinde 12 saatlik zaman diliminde sodyum sülfat dekahidrat çözeltisi maruz bırakılmış, sonucunda ağırlık kayıpları incelenmiştir. Yüksek konsantrasyonlu asidik veya bazik tuzlu çözeltilerde sürekli olarak veya aralıklı olarak temas etmek zorunda kalabilen mermer örneklerinin içyapısal olarak çözünmesi, yüzey pürüzlülüğünün değişimi, renk ve homojenlik etkileşimi ve derişik çözelti etkisiyle aşınmadan dolayı ağırlık kaybına sebep olduğunu ifade etmiştir. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup, tuz ruhu, kireç çözücü kimyasalların mermerde erime/parlaklık kaybı yüksek oranlara ulaştığını; yüzey temizleyicisi, çamaşır suyunu ve kremli deterjanların mermerde erime kaybı sınırlı oranlarda kaldığını ifade etmiştir.



Şekil 4.24 Mermer yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.

Şekil 4.25’ deki grafikte, numune yüzeylerine %100 derişimli temizlik kimyasalları yedi farklı zaman dilimlerinde (0,5-3,5-14-42-84-168-840 saat) maruz bırakıldıktan sonraki kütle kayıp oranları gösterilmiştir. Kezzap kimyasalı (HNO_3) mermerdeki kalsiyum karbonatla etkileşim sonrası numunede aşınmalar meydana getirmiştir. Bu deformasyonlar numune yüzeylerindeki kimyasalların kalma sürelerine göre değişim göstermiştir. Kezzap kimyasalının mermere 0,5 saat teması sonucunda erime oranı

toplam ağırlığının % 0,15, 3,5 saat teması sonucunda % 0,33, 14 saat teması sonucunda % 0,77, 42 saat teması sonucunda % 1,26, 84 saat teması sonucunda % 1,88, 168 saat teması sonucunda % 2,54 ve 840 saat teması sonucunda % 3,88'si kadardır. Numunelere kimyasalların temas ettiği süre arttıkça yüzeydeki aşınmalarında arttığı görülmektedir. Tuz ruhu kimyasalı içerdiği HCI asitten dolayı numunelerde kezzap kimyasalındaki gibi aşınmalar meydana getirmiştir. 0,5 saat sürede maruz bırakıldıktan sonra numune erime kaybı toplam ağırlığının % 0,06, 840 saat maruziyet sonrasında ise % 2'si kadardır. Kireç çözücü kimyasalında ise, içerdiği asidik kimyasal sebebiyle tuz ruhu, kezzap kimyasalı kadar olmasa da numune yüzeyinde aşınmalar meydana gelmiştir. 0,5 saat temas süresi sonunda numune erime kaybı toplam ağırlığının % 0,05, 840 saat maruziyeti sonucunda % 1,2'si kadardır. Kimyasalların asidik miktarı arttıkça erime kayıp yüzdeleri de artmıştır. Diğer kimyasalların (yüzey temizleyicisi, sıvı krem, yağ çözücü, bulaşık deterjanı, çamaşır suyu, arap sabunu, tiner) numunelere maruziyetleri sonucunda belirgin bir aşınma yapmadıkları için kütle kaybı da meydana gelmemiştir.



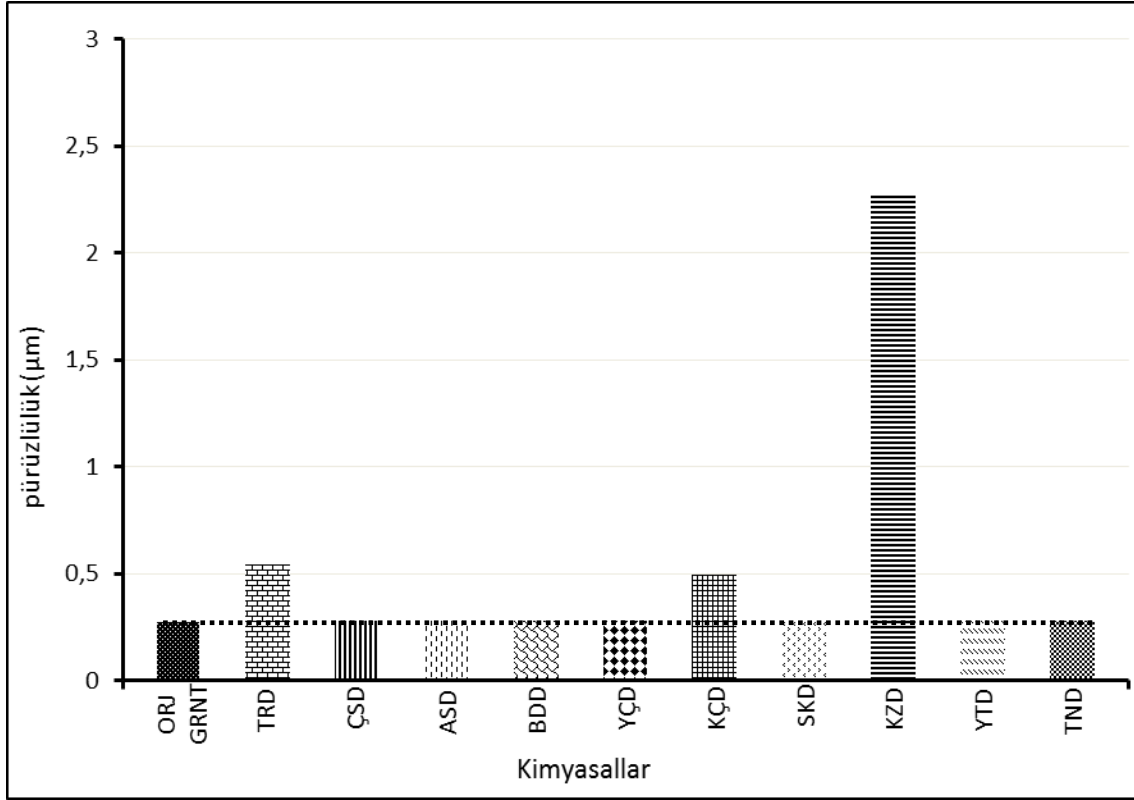
Şekil 4.25 Mermer yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.

4.4 Temizlik Kimyasal Türlerinin Granitin Yüzey Özelliklerine Etkisi

4.4.1 Kimyasal Türlerinin Granit Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Şekil 4.26' daki grafikte Aksaray Yaylak Granit numunelerine maruz bırakılan %100 derişimli on farklı temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda, numune yüzeylerindeki pürüzlülük kayıpları gösterilmiştir. Grafikten görüldüğü üzere, numune yüzeyinde en fazla pürüzlülüğe sebep olan kimyasal kezzap (HNO_3) tır. Ortalama 2 μm değerinde pürüzlülük artışı olmuştur. Kezzaptan sonra numune yüzeyinde en fazla pürüzlülük yapan kimyasal tuz ruhu(HCl) olup, ortalama 0,4 μm değerinde pürüzlülük artışı yapmıştır. Maruziyet sonucunda pürüzlülük etkisi yaratan diğer kimyasal ise kireç çözücü'dür. Asidik olması sebebiyle graniti aşındırmış olup, 0,2 μm değerinde bir pürüzlülük meydana getirmiştir. Bunların dışında kalan kimyasallarda ise maruz ettikleri zaman çerçevesinde önemli bir etki yaratmamışlardır. Eick ve arkadaşlarının 1996 yılında yaptıkları deneylere göre bazaltı oluşturan piroksen, olivin ve feldspat mineralleri organik asit muamelelerinden etkilenmektedir. Örneğin oksalik asit uygulanmış piroksen yüzeyinin sınırlarında yavaş yavaş aşınmalar gösterirken, olivin taneleri çukurlu veya dalgalı yüzey görünümündedir (Chen *et al.* 2000). Benzer durum başka çalışmalarda da ortaya konulmuştur. Bazalt ana kayasının ayrışma süreçleri şekilsiz malzeme yapılarına veya mineral yüzeylerine sulu ferrik oksitle (hydrous ferric oxide) kaplaması, ana minerallerden kalsiyum ve alüminyumun salınımı ile demir ve magnezyumun hareketlenmesi şeklinde gerçekleşir (Chen *et al.* 2000).

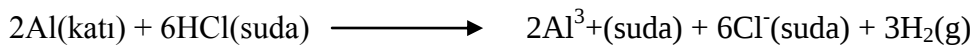
Granitin yüzey pürüzlülüğüne olan olumsuz etkisi, en yüksekten en düşüğe doğru kimyasallar bakımından şu şekildedir: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Sıvı ovma krem = Yağ çözücü = Tiner = Çamaşır suyu > Arap sabunu = Bulaşık deterjanı = Yüzey temizleyicisi.



Şekil 4.26 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

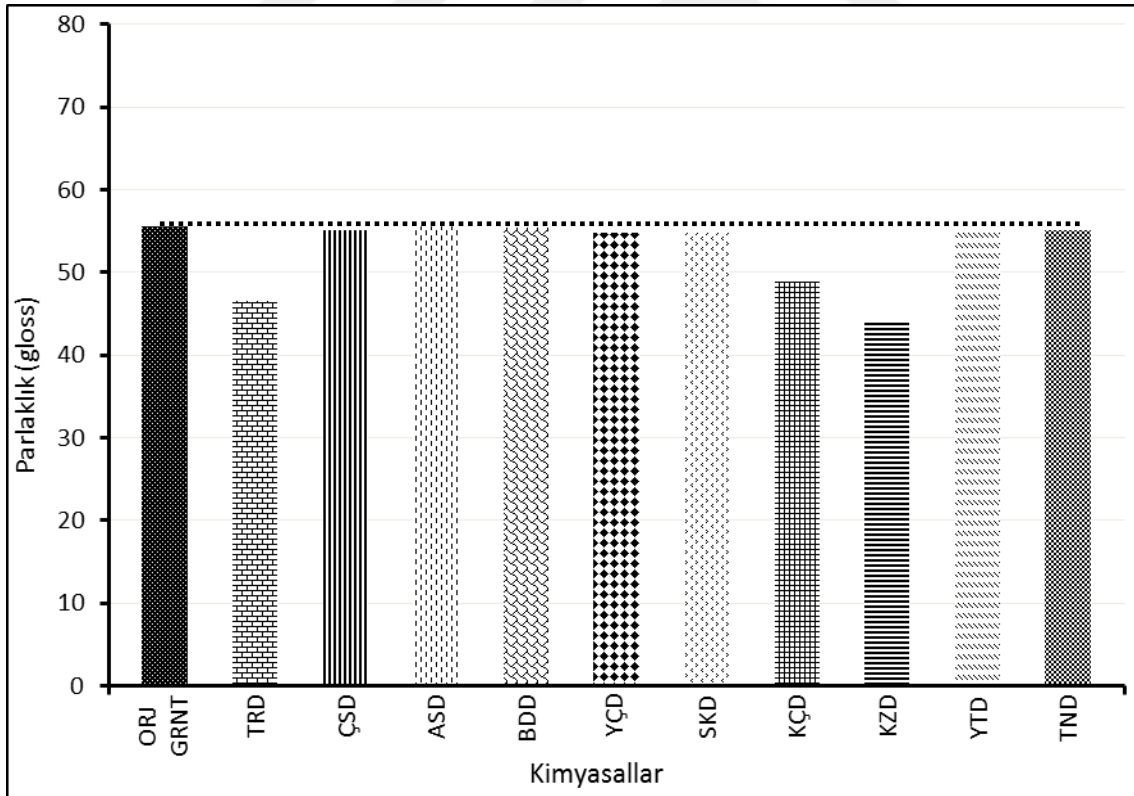
4.4.2 Kimyasal Türlerinin Granit Yüzey Parlaklığına Etkisi

Şekil 4.27’ deki grafikte, Aksaray Yaylak Granit numunelerine maruz bırakılan %100 derişimli on farklı temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucu, numune yüzeylerindeki parlaklık kayıpları gösterilmiştir. Yine diğer deneylerde de olduğu gibi en fazla parlaklık kaybı meydana getiren kimyasallar yüksek asidik karaktere sahip kezzap, kireç çözücü, tuz ruhu’dur. Kezzap kimyasalı granit numunesine 840 saat teması sonrasında yüzey parlaklığını 11,3 gloss, tuz ruhu kimyasalı 9 gloss, kireç çözücü kimyasalı ise 6,7 gloss parlaklık kaybı oluşturmuştur. Bunun sebebi ise, bu kimyasalların kuvvetli asidik bileşenleri granitin içerdiği alüminyumoksit ile tepkimeye girmesi söylenebilir.



Al metalinin HCl ile reaksiyonundan AlCl_3 tuzu oluşurken, hidrojen gazı açığa çıkar. Diğer kimyasallar da ise, (çamaşır suyu, arap sabunu, sıvı ovma krem, tiner, bulaşık

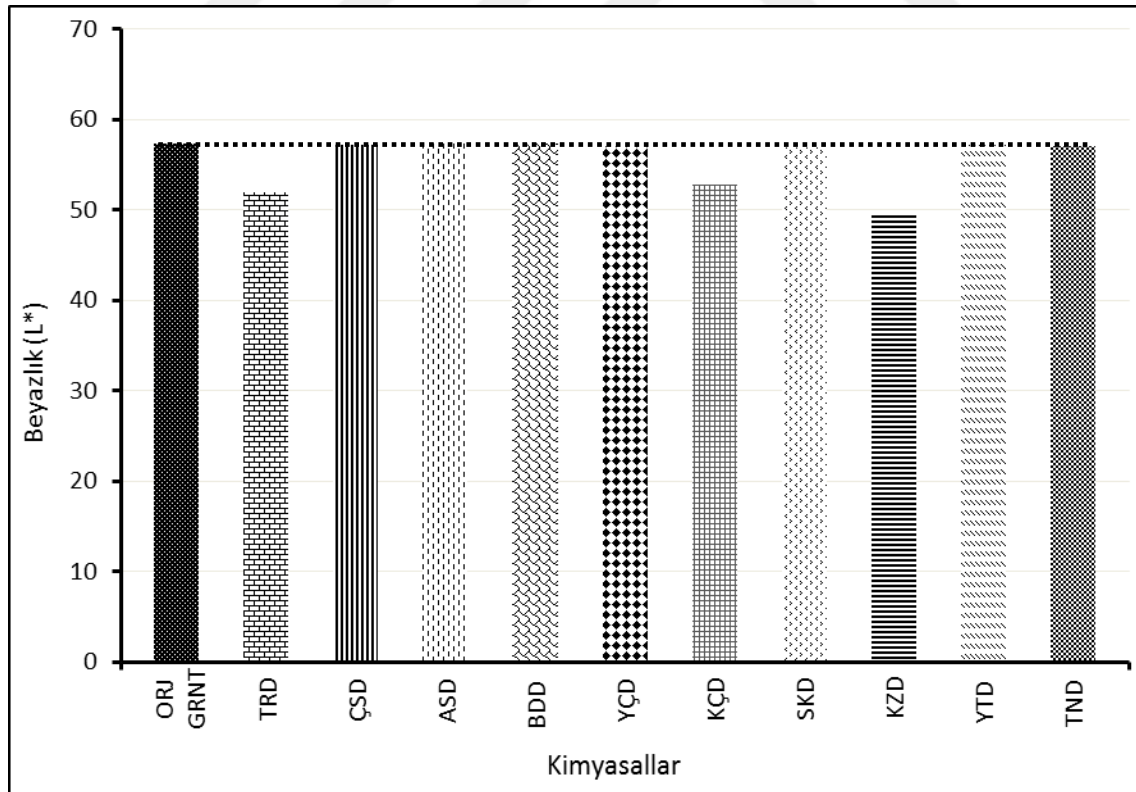
deterjanı, yüzey temizleyicisi) bazik, nötr veya düşük asidik kimyasallar olduğu için, granitin yapısına çok zarar vermemişlerdir. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup, açık ve kapalı marka temizlik kimyasalları doğal taş yüzeylerinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda parlaklık kaybı incelenmiştir. Tuz ruhu, kireç çözücü kimyasalların granitin yüzey parlaklığına çok fazla etkisi olmadığını ve temizlik kimyasallarının açık ya da kapalı olması farklı etki göstermediğini söylemiştir. Yüzey temizleyicisi kimyasalının parlaklığa etkisi, tuz ruhu ve kireç çözücü kimyasalına göre daha fazla olduğunu ve bunun sebebini de yüzey temizleyicisini yüzeye ovalayarak uyguladığını ifade etmiştir. Çamaşır suyu kimyasalının granit yüzey parlaklığına etkisi ise asidik kimyasallara göre oldukça minimum kaldığını söylemiştir. Granitin yüzey parlaklığına olan olumsuz etkisi, en yüksekten en düşüğe doğru kimyasallar bakımından şu şekildedir: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Çamaşır suyu = Yağ çözücü = Sıvı ovma krem = Tiner =Bulaşık deterjanı = Yüzey temizleyicisi = Arap sabunu



Şekil 4.27 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasalların 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi.

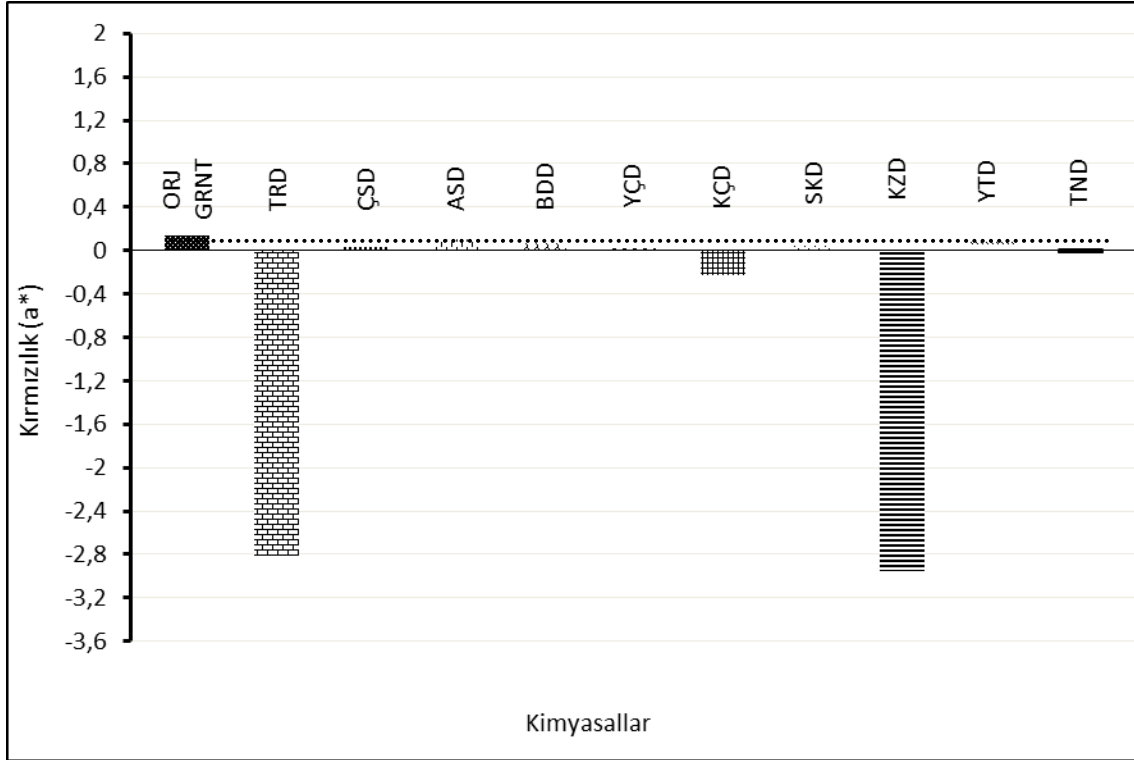
4.4.3 Kimyasal Türlerinin Granit Yüzey Rengine Etkisi

Şekil 4.28’deki grafikte, Aksaray Yaylak Granit numuneleri üzerinde on farklı yüzey temizlik kimyasalları 840 saat maruziyetinden önceki ve sonraki yüzey beyazlık değerleri (L^*) gösterilmiştir. Asidik karakterli kimyasalların numune yüzeyine maruz kalmasından sonra, yüzey beyazlık değerinde değişen oranlarda azalma meydana gelmiştir. Orijinalinde granitin beyazlık değeri % 57,44 iken, kezzap kimyasalının 840 saat teması sonrası % 49,67’ye, tuz ruhu kimyasalının 840 saat teması sonrası %52,01’e, kireç çözücü kimyasalının 840 saat teması sonrasında ise %52,79’a düşmüştür. Diğer kimyasalların etkisine bakıldığında ise, bazik karaktere sahip olan kimyasallar ise % 0,1-0,3 arasında yüzey beyazlık rengini düşürmüş olup, geriye kalan kimyasallar da ise, belirgin bir etki olmamıştır. Granitin yüzey beyazlık değerine olan olumsuz etkisi, en yüksekten en düşüğe doğru kimyasallar bakımından şu şekildedir: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Sıvı ovma krem = Yağ çözücü = Çamaşır suyu= Tiner =Yüzey temizleyicisi = Arap sabunu = Bulaşık deterjanı



Şekil 4.28 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasalların 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

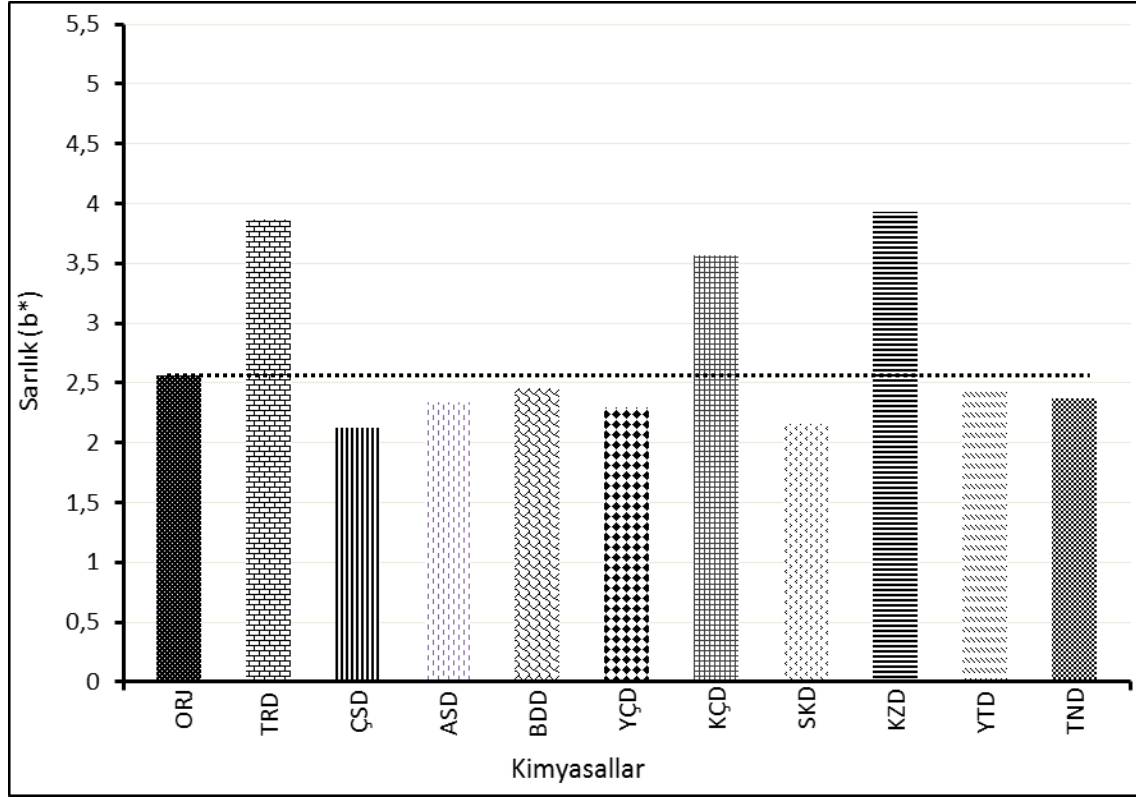
Şekil 4.29' daki grafikte, Aksaray Yaylak Granit numuneleri üzerinde on farklı yüzey temizlik kimyasalları 840 saat maruz bırakıldıktan sonra, granitin yüzey kırmızılık değerlerinin (a^*) artış/azalışları gösterilmiştir. Kezzap (HNO_3) kimyasalının, numune yüzeyindeki teması sonucunda malzemenin yüzey kırmızılık (a^*) değerini önemli derecede azaltmıştır. Renk skalasında $+a^*$ kırmızılık değerini, $-a^*$ ise yeşil rengini temsil ettiği için, Şekil 4.29'da görüldüğü üzere granitin yüzey rengi yeşile doğru kaymıştır. Nitrik asit, granit içindeki metal (alüminyum oksit) ile tepkimesi sonucu yüzey rengini deforme etmiştir. Tuz ruhu (HCl) kimyasalının, yine nitrik asitteki benzer olay görülmüş, temasıyla granitin yüzeyinde renk bozulmalarına sebep olmuştur. Yüzey kırmızılık değerinde (a^*) ortalama 3 değer azalma meydana gelmiştir. Sebebi ise, kimyasalın içerdiği kuvvetli asit bileşenlerinin granit numunesindeki (Fe_2O_3) bileşikle reaksiyon vermesi söylenebilir. Kireç çözücü kimyasalında ise, HNO_3 gibi kuvvetli kimyasalları bünyesinde barındırmış bir temizleyici olduğu için, a^* değerini kezzap ve tuz ruhu kimyasalın etkisi kadar olmasa da ortalama 0,6 değerinde azaltmış, numune yüzey kırmızılığını yeşile doğru çekmiştir. Diğer kimyasallarda ise, (düşük asit, bazik veya nötr olduklarından dolayı) maruz kaldıkları süre sonunda granitin yüzey kırmızılık ($+a^*$) değerinde az miktarda düşüş yaşatmışlardır. Granitin yüzey kırmızılık değerine olumsuz etki eden en yüksekten en düşüğe doğru kimyasallar bakımından şu şekildedir: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Çamaşır suyu = Yağ çözücü = Tiner = Sıvı ovma krem > Bulaşık deterjanı = Yüzey temizleyicisi = Arap sabunu.



Şekil 4.29 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Şekil 4.30’ daki grafikte, Aksaray Yaylak Granit numuneleri üzerinde on farklı yüzey temizlik kimyasalları 840 saat maruziyetinden sonra yüzey sarılık (b*) değerlerinin değişimi (artış/azalış) gösterilmiştir. Grafikten görüleceği üzere, numune yüzeyinde sarılık (b*) değerinin artışına neden kimyasalları en çoktan en aza doğru sırasıyla kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü’dür. Bu kimyasalların bu tür etki vermesi, içerdiği kuvvetli asitler sebebiyle graniti oluşturan bileşiklerle tepkime vererek yüzey erozyonuna sebep olmasıdır. Orijinalinde granit numunesinin yüzey sarılık değeri (b*) 2,56 iken, kezzap kimyasalının 840 saat teması sonrasında 3,93’ e yükselmiştir. Tuz ruhu kimyasalının teması sonrası 3,87’ ye, kireç çözücü kimyasalının teması sonrasında ise 3,57’ ye yükselmiştir. Diğer kimyasallara bakıldığında, asitlerin verdiği tepkimenin aksine içerdiği nötr ve bazik karakterli bileşenleri sebebiyle sarılık değerini düşürmüştür. Granitin yüzey sarılık tonunda, çamaşır suyu, sıvı ovma krem, arap sabunu, yağ çözücü gibi bazik kimyasalların 840 saat(en uzun temas süresi) teması sonrasında 0,2-0,4 değer aralığında bir düşüş belirlenmiştir. Nötr karakterli kimyasalların (yüzey temizleyicisi/bulaşık deterjanı) teması sonrasında ise, yüzey sarılık değerinde minimal seviyede azalma meydana gelmiştir. Granitin yüzey sarılık değerine

olan olumsuz etki en yüksekten en düşüğe doğru kimyasallar bakımından şu şekildedir: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Çamaşır suyu > Sıvı ovma krem > Yağ çözücü > Tiner > Arap sabunu > Bulaşık deterjanı =Yüzey temizleyicisi.

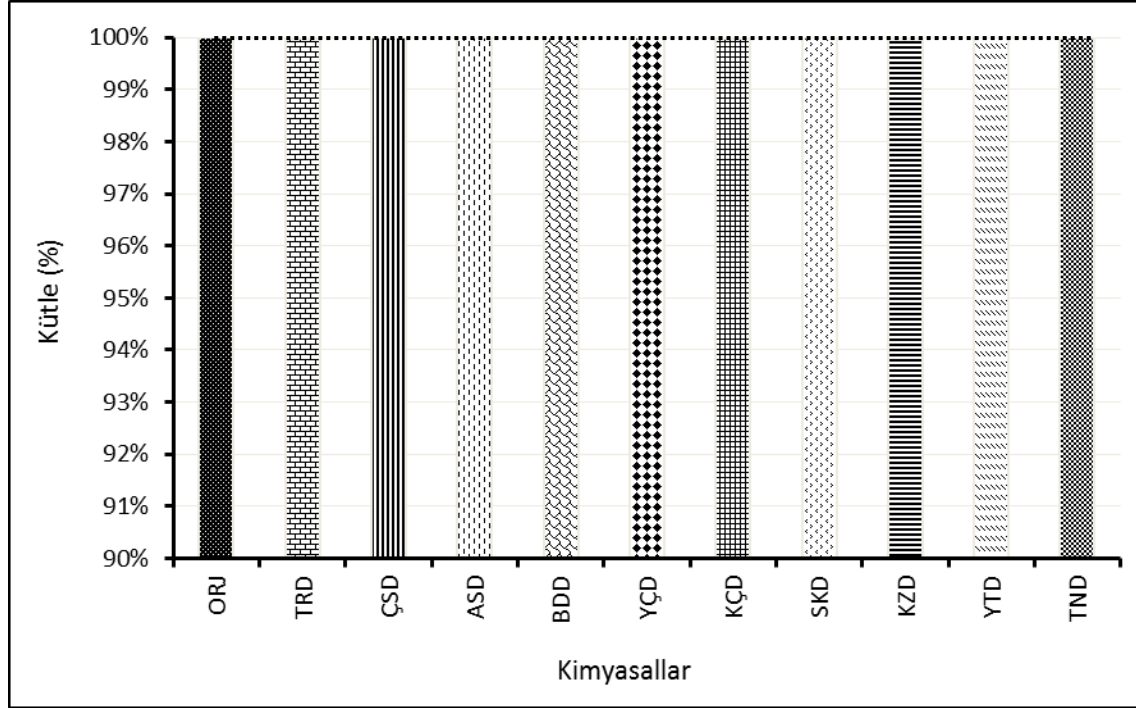


Şekil 4.30 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.

4.4.4 Kimyasal Türlerinin Granit Kütle Değerine Etkisi

Şekil 4.31’ deki grafikte Aksaray Yaylak Granit numuneleri üzerinde on farklı yüzey temizlik kimyasalları 840 saat maruziyetinden sonraki ağırlık kayıpları gösterilmiştir. Deneyde kullanılan kimyasallar maruz kaldıkları süre sonunda, grafikte görüldüğü üzere numunelerde dikkate değer ağırlık kayıpları yaşanmamıştır. Yüksek asidik karakteri olan kezzap kimyasalının erime kaybı oranı, numunenin toplam ağırlığının % 0,02’sidir. Görüldüğü gibi minimal bir seviyede etki etmiştir. Granit yapısındaki güçlü karakteristik olgular sebebiyle yüzeyde aşınma/deformasyon meydana gelmemiştir. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup, tuz ruhu, kireç çözücü gibi temizlik kimyasalları granit yüzeyinde 5 dk bekletilmiş

ve sonucunda numunede herhangi bir erime kaybı olmadığını ifade etmiştir. Granitin kütle kaybına sebep kimyasallar en yüksek kütle kaybından en düşüğe doğru şu şekilde sıralanmaktadır: Kezzap > Tuz ruhu > Kireç çözücü > Yağ çözücü = Çamaşır suyu = Sıvı ovma krem = Arap sabunu = Yüzey temizleyicisi = Bulaşık deterjanı = Tiner.



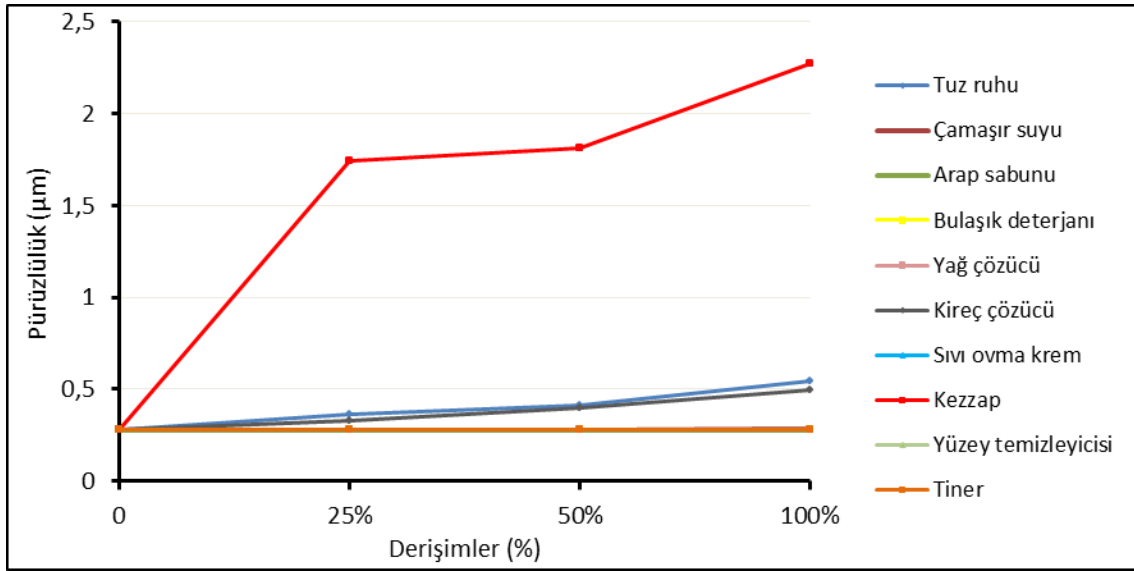
Şekil 4.31 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.

4.5 Kimyasala Maruz Kalma Süresi ve Kimyasal Derişimin Granitin Yüzey Özelliklerine Etkisi

4.5.1 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Granit Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisi

Şekil 4.32’ deki grafikte, Aksaray Yaylak Granit numuneleri yüzeyinde, on farklı temizlik kimyasallarının üç farklı konsantrasyonları, 840 saat maruziyetinden sonraki pürüzlülük değerleri gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü üzere, kimyasalların derişim oranları arttıkça pürüzlülük kayıpları da artmaktadır. Pürüzlülük kaybına en çok sebep olan kimyasal ise, güçlü asidik karaktere sahip olan kezzap kimyasalıdır. Kezzap

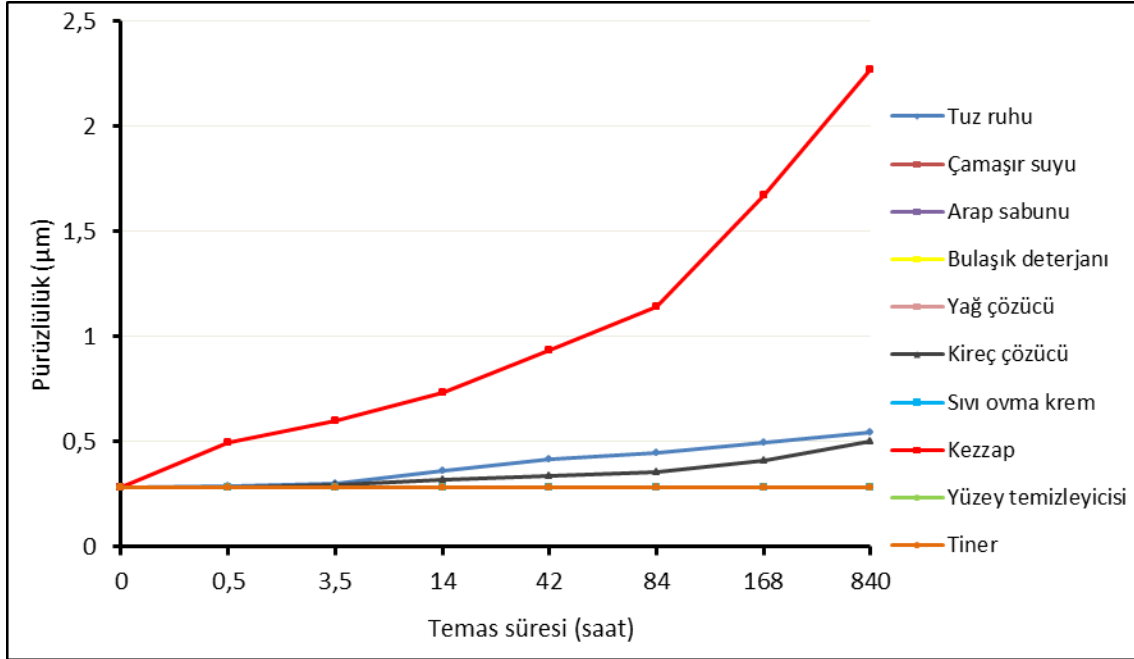
kimyasalı granit yüzeyine %25 derişimde 840 saat temas ettiğinde yüzey pürüzlülük değerini 1,5 μm , %50 derişimde 1,6 μm , %100 derişimde 2 μm arttırmıştır. Yalnız, yüzeyde oyuk oluşmamış olup sadece aşınmasına neden olmuştur. Tuz ruhu ve kireç çözücü kimyasalları, kezzap kimyasalının etkisi kadar olmasada, bünyesinde asidik barındırdıkları için yüzeyde aşınmaya sebep olmuşlardır. Derişime bağılı olarak 0,1-0,3 μm arasında pürüzlülük değeri artmıştır. Diğer kimyasalların bünyesinde bazik veya nötr bileşenler olduğundan maruz kaldıkları süreler sonucundaki etkisi çok alt limitlerde kalmıştır. Dolayısıyla ev, fabrika, avm ve hastanelerdeki doğal taş yapıların temizliğinde kezzap kimyasalını kullanmamaya dikkat edilmelidir.



Şekil 4.32 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Şekil 4.33’ deki grafiğe bakıldığında, bu üç kuvvetli asitli kimyasalların temas süresi arttıkça pürüzlülük değerleri de arttığı ve en fazla pürüzlülük kaybına sebep olan kimyasalın ise kezzap olduğu görülmektedir. Kezzap (HNO_3) kimyasalı 0,5 saatlik maruziyet sonrasında yüzeyde 0,5 μm ’lik bir pürüzlülük yapmış olup, 840 saat maruziyet sonrasında ise bu değer lineer artışlarla 2 μm ’ye ulaşmıştır. Temas süresi arttıkça numune yüzeyinde erozyon/tırtıklanmalar artmıştır. Tuz ruhu (HCl) kimyasalı, 0,5 saatlik maruziyet sonrasında numune yüzeyinde 0,1 μm ’lik bir pürüzlülük etkisi yapmış olup, temas süresi arttıkça pürüzlülük etkisi stabil bir orantıda ilerlemiştir. 840 saat maruziyet sonrasında bu değer 0,3 μm olmuştur. Kireç çözücü kimyasalında ise, bu iki kimyasal kadar numune yüzeyinde pürüzlülüğe sebep olmayıp, 0,5 saatlik temas

süresinden 840 saate kadar olan bu süreçte pürüzlülük değerini 0,27 μm artmıştır. Diğer kimyasallar bazik/nötr olduklarından dolayı granit yüzeyinde belirgin bir etki yaratmamışlardır.

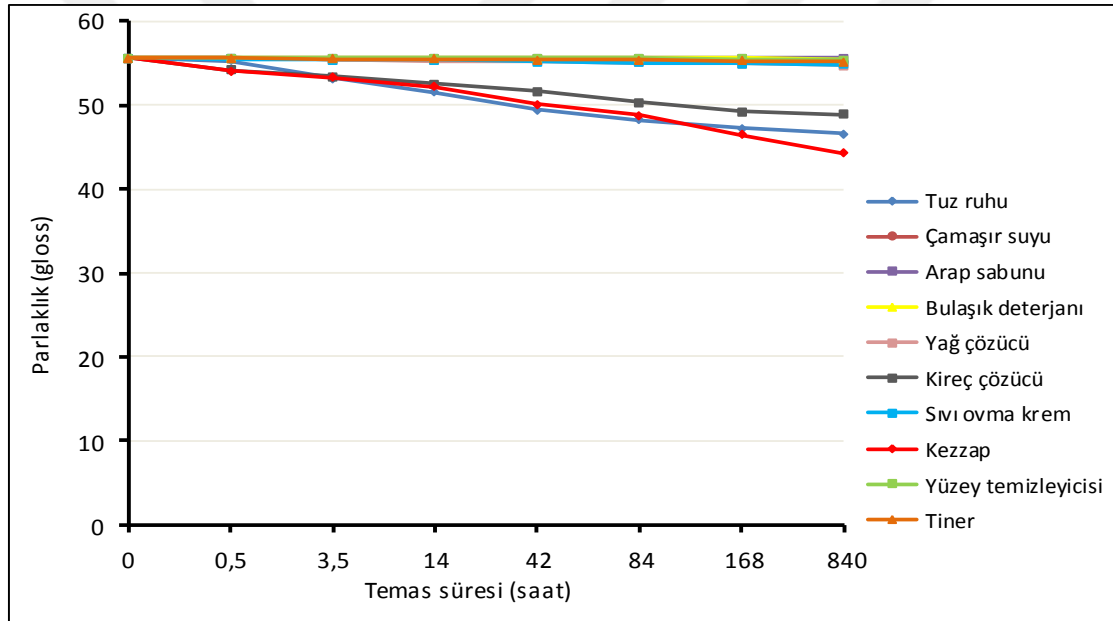


Şekil 4.33 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

4.5.2 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Granit Yüzey Parlaklığına Etkisi

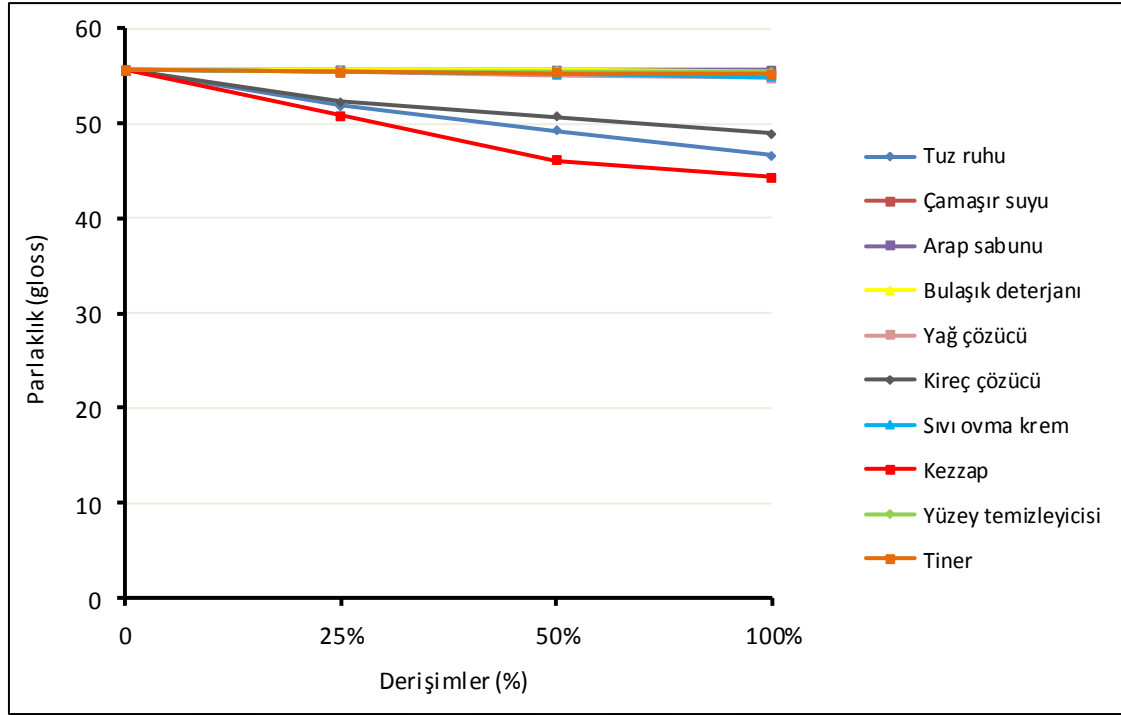
Şekil 4.34’ deki grafikte, Aksaray Yaylak Granit numuneleri yüzeyine %100 derişimli kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü, bulaşık deterjanı, sıvı ovma krem, yüzey temizleyicisi, yağ çözücü, çamaşır suyu, tiner ve arap sabunu kimyasalları yedi farklı saatlerde (0,5-3,5-14-42-84-168-840 saat) maruziyetinden sonraki yüzey parlaklık değerleri gösterilmiştir. Temas sürelerindeki parlaklık kayıplarına bakıldığında en çok etki eden kimyasallar sırasıyla; kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü’dür. Bu kimyasallar granitteki demiroksitli bileşenleri ile reaksiyon verdiğiinden numune yüzeyinde parlaklığı azaltmaktadır. Granit yüzeyinin orijinal parlaklık değeri 55,6 gloss iken; kezzap kimyasalının 0,5-840 saat temas süreci içinde 1,5-11 gloss aralığında parlaklık kaybına; Tuz ruhu kimyasalı 0,5 saatten 840 saat granit yüzeyine teması sonrasında 0,3-9 gloss aralığında parlaklık kaybına; kireç çözücü kimyasalında ise, maruz kaldığı süreler

arttıkça yüzey parlaklık değerinin 0,4-7 gloss azalmasına neden olmuştur. Temas süresi arttıkça parlaklık değeri de azalmıştır. Diğer kimyasallar ise, bazik ve nötr karakterli olmasından dolayı temas ettikleri süre zarflarında yüzeyde minimal seviyede parlaklık kaybına neden olmuşlardır. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup, temizlik kimyasalları granit yüzeyinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda parlaklık kaybı incelenmiştir. Tuz ruhu, kireç çözücü, yüzey temizleyicisi, çamaşır suyu kimyasalların granit yüzey parlaklığını sınırlı oranlarda azalttığını ifade etmiştir. Yalnız yüzey temizleyicisi kimyasalının granit yüzey parlaklığına etkisi, tuz ruhu ve kireç çözücü kimyasalına göre daha fazla olduğunu ve bunun sebebini de yüzey temizleyicisini yüzeye ovalayarak uyguladığını ifade etmiştir.



Şekil 4.34 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi.

Şekil 4.35’ deki grafikte kimyasalların derişim oranlarına göre maruziyetiyle doğal taşların parlaklık kayıplarını incelendiğinde, en fazla parlaklık kaybına sebep olan kimyasallar kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü’dür. Kimyasalların konsantrasyonu arttıkça parlaklık kaybı hızıda sert bir şekilde ivme kazanmaktadır. Asidik oranları arttıkça granit yüzey parlaklığıda doğrusal olarak azalmıştır. Diğer kimyasallara bakıldığında derişimlerin artışına paralel olarak (0 ile 0,6 gloss arası) düşük oranlarda parlaklık kayıp değerleri belirlenmiştir. Kimyasalların karakterlerinde kuvvetli asit olmadığı için belirgin bir etki saptanmamıştır.

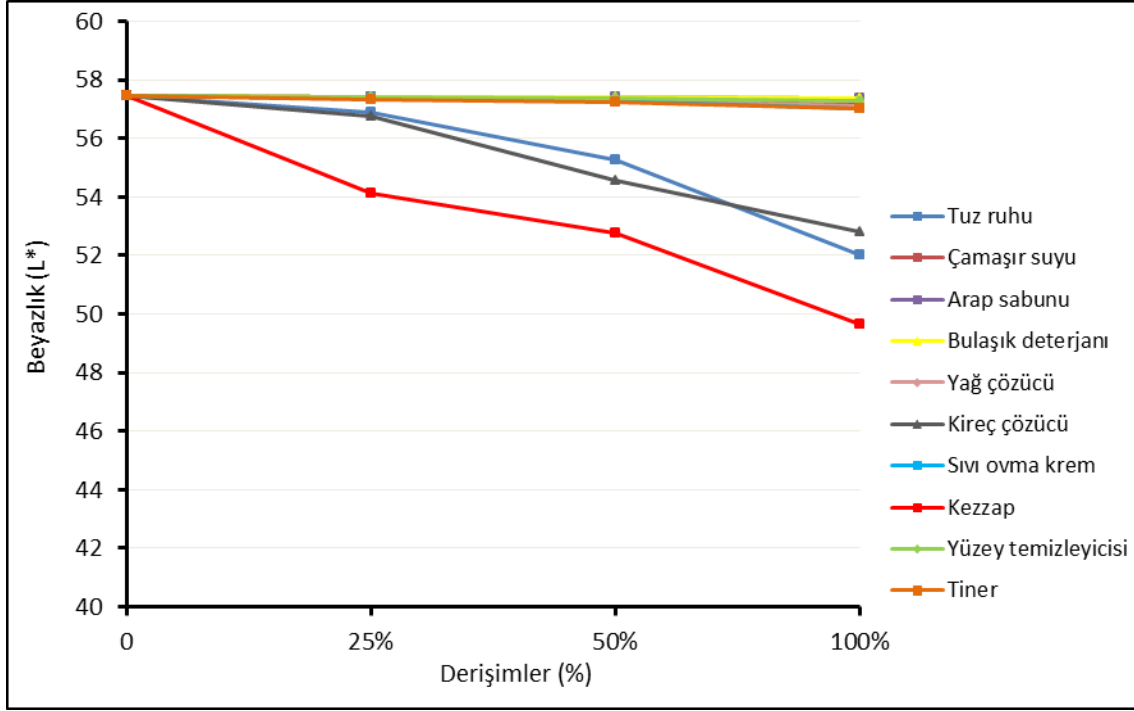


Şekil 4.35 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi.

4.5.3 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Granit Yüzey Rengine Etkisi

Şekil 4.36'daki grafikte, Aksaray Yaylak Granit numuneleri üzerinde 840 saat süre boyunca kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü, bulaşık deterjanı, sıvı ovma krem, yüzey temizleyicisi, yağ çözücü, çamaşır suyu, tiner, arap sabunu kimyasallarının farklı derişimleri (%25-%50-%100) uygulandıktan sonra granitin yüzey beyazlık değerleri (L^*) gösterilmiştir. Temas ettikleri süre de en fazla numune yüzeyinde renk değişimleri sebep olan kimyasallar sırasıyla kezzap(HNO_3), tuz ruhu(HCl), kireç çözücü olarak saptanmıştır. Güçlü asit karakterli olan bu kimyasalların derişimleri arttıkça numunedeki L^* (beyazlık) değerleri de azalmaktadır. Orijinalinde granitin yüzey beyazlık değeri %57,44 iken, kezzap kimyasalının % 25 derişimde 840 saat teması sonrası beyazlık değeri %54,12' ye, % 50 derişimde %52,78, %100 derişimde %49,67'ye düşmüştür. Tuz ruhu kimyasalının % 25 derişimde 840 saat teması sonrası beyazlık değerini %56,88, %50 derişimde % 55,25, %100 derişimde ise %52,01' e düşürmüştür. Kireç özücü kimyasalının %25 derişimde granit yüzeyine 840 saat teması sonrası beyazlık değeri %56,77, %50 derişimde %54,58, %100 derişimde ise %52,79'a

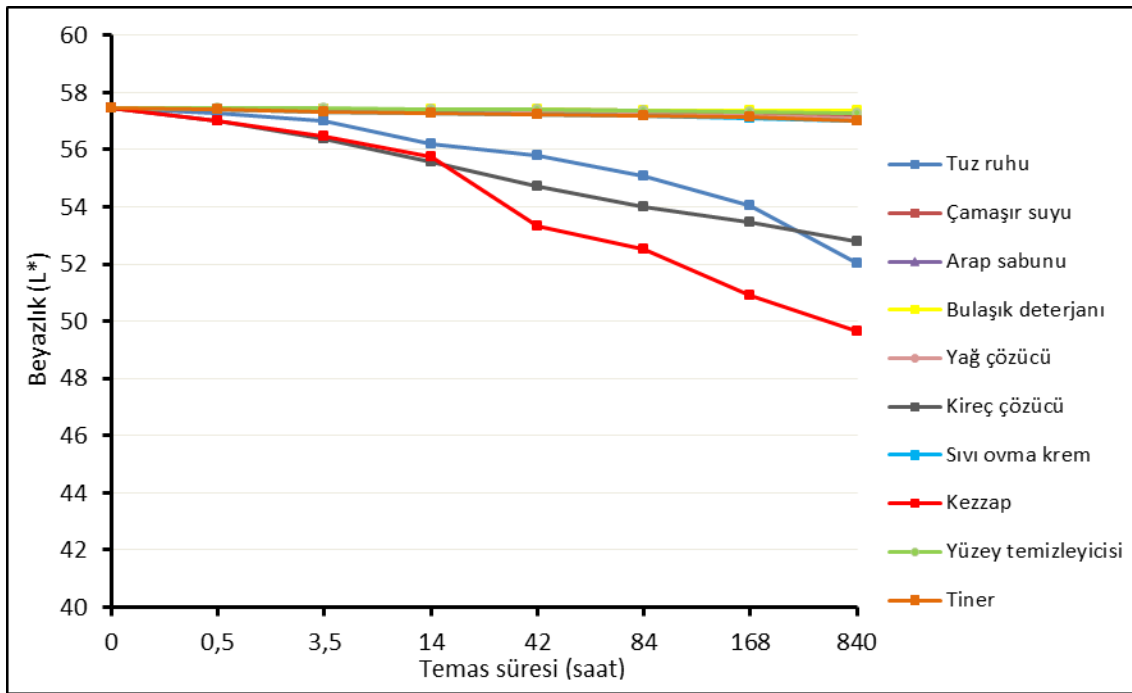
düşmüştür. Diğer kimyasallara bakıldığında ise, içerdikleri Labşa, NaOH, NaOCl, KOH ve kostik bileşenleri gibi düşük asidik, bazik ve nötr karaktere sahip olmaları sebebiyle derişimleri arttıkça granit yüzey beyazlık değerine çok az minimal seviyede etki etmişlerdir.



Şekil 4.36 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Şekil 4.37' deki grafikte, Aksaray Yaylak Granit numuneleri üzerinde kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü, bulaşık deterjanı, sıvı ovma krem, yüzey temizleyicisi, yağ çözücü, çamaşır suyu, tiner, arap sabunu kimyasallarının 0,5-3,5-14-42-84-168-840 saat maruziyetlerinden sonraki yüzey beyazlık değerleri (L*) gösterilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi, temas süreleri arttıkça numunelerde en fazla L* değerine etki edenler sırasıyla, kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü kimyasalıdır. Bu kimyasalların yapısındaki güçlü asidik bileşenleri sebebiyle granit numunesindeki demiroksitle temas ettikçe yüzeyde deforme oluşturup yüzey beyazlık değerini azaltmıştır. Kezzap kimyasalının granit yüzeyine 0,5 saat maruziyeti sonrası beyazlık değerini %0,43 düşürmüş, ve temas süreleri arttıkça bu beyazlık değer kayıpları lineer olarak azalmış olup, en son 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey beyazlık değerini %8 düşürmüştür. Tuz ruhu kimyasalı da

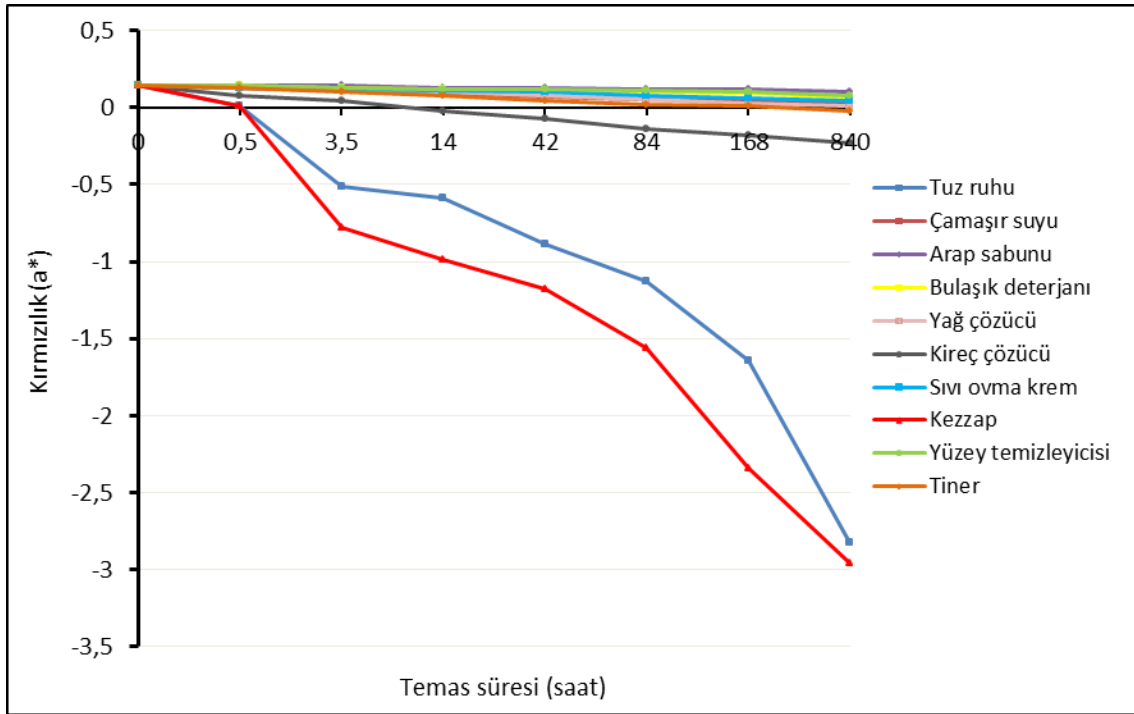
yine aynı şekilde yüzeye 0,5 saat teması sonucu beyazlık değerini %0,2 düşürmüş olup temas süreleri arttıkça beyazlık oranında paralel olarak azalmış ve 840 saat maruz kaldıktan sonra yüzey beyazlık değerini %5,43 düşürmüştür. Kireç çözücü kimyasalı da yine aynı şekilde granit yüzeyine 0,5 saat teması sonucu beyazlık değerini %0,4 düşürmüş ve temas süreleri arttıkça beyazlık oranında paralel olarak azalmış olup, 840 saat maruziyet sonrasında yüzey beyazlık değerini %4,8 düşürmüştür. Diğer kimyasallar içerdikleri bazik, nötr yada düşük asitli bileşenlere sahip olduklarından, yukarıdaki kimyasallar kadar güçlü bir deforme etkisi göstermemişlerdir.



Şekil 4.37 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Şekil 4.38’ deki grafikte, numuneler üzerinde uygulanan %100 derişimli kimyasalların temas süreleri arttıkça yüzeydeki kırmızılık rengindeki (a^*) değişimler gösterilmiştir. Kezzap ve tuz ruhu kimyasalı numune yüzeyindeki temas süresi arttıkça numune yüzey rengi kırmızılıktan (a^*) yeşile ($-a^*$) doğru kaymıştır. Sebebi ise asitlerin granit bileşimindeki demir oksit bileşenleriyle tepkimeye girmesi düşünülmektedir (Gökaltun 2010). Granit örneğinin yüzeyinde Fe_2O_3 (demirdioksit) minerallerinin etkisiyle sarı renkli pas lekenmeleri gözlenmiştir. Bu kimyasallara bakıldığında ise, en fazla etki eden kezzap, tuz ruhu ve kireç çözücüdür. Orijinalinde granitin yüzey kırmızılık değeri 0,14

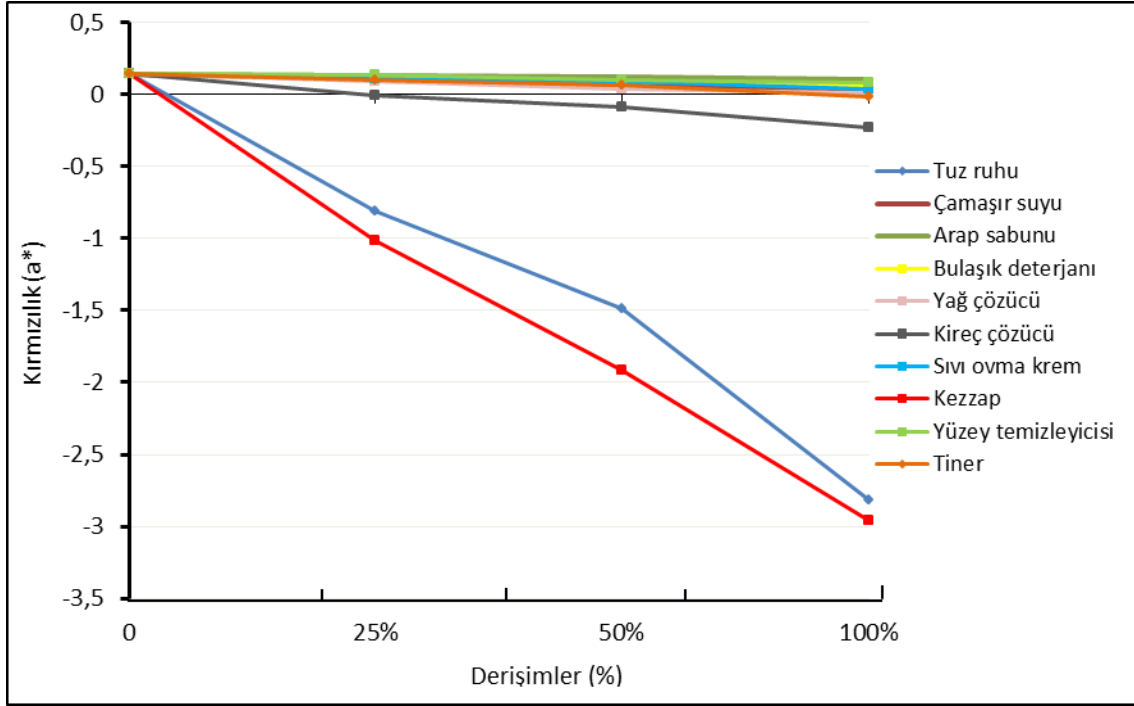
iken, ilk uygulamadan son uygulamaya kadar ki süreçte, ilk 3,5 saat temas sonrası ani bir azalma olup, sonrasında lineer olarak azalmalar devam etmiş ve 840 saat temas süresi sonunda -2,96 olmuştur. Tuz ruhu da, kezzap kimyasalındaki gibi 0,5 saatten 840 saat temas süresine paralel olarak kırmızılık değeri de azalmış ve 840 saat teması sonucunda yüzey kırmızılık değeri -2,82 düşmüştür. Kireç çözücü kimyasalı tuz ruhu ve kezzaptaki kadar etki etmese de, yüzey kırmızılık değeri değişen oranlarda azalmış, 840 saat teması sonucu yüzey kırmızılık değerini -0,23'e düşürmüştür. Geriye kalan kimyasalarda ise, içeriklerine göre düşük oranlarda (0,1-0,3 değer aralığında) kırmızılık değerinde azalma meydana gelmiştir.



Şekil 4.38 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Şekil 4.39' daki grafikte on adet temizlik kimyasalların üç farklı derişimleri, granit numuneleri üzerinde 840 saat temasları sonucunda, numune yüzey kırmızılık değerlerinin (a*) değişimleri (artış/azalışları) gösterilmiştir. Grafikteki etki değerleri incelendiğinde, dikkat çeken kimyasallar kezzap, tuz ruhu ve kireç çözücü'dür. Bu kimyasallar içinden en fazla etki eden kezzap kimyasalıdır. Kimyasalların derişimleri arttıkça (%25 konsantrasyondan %100 konsantrasyona kadar) kırmızılık değeri azalmış olup, yüzey rengi yeşile doğru geçmiştir. Bu kuvvetli asidik kimyasal, granitteki demir

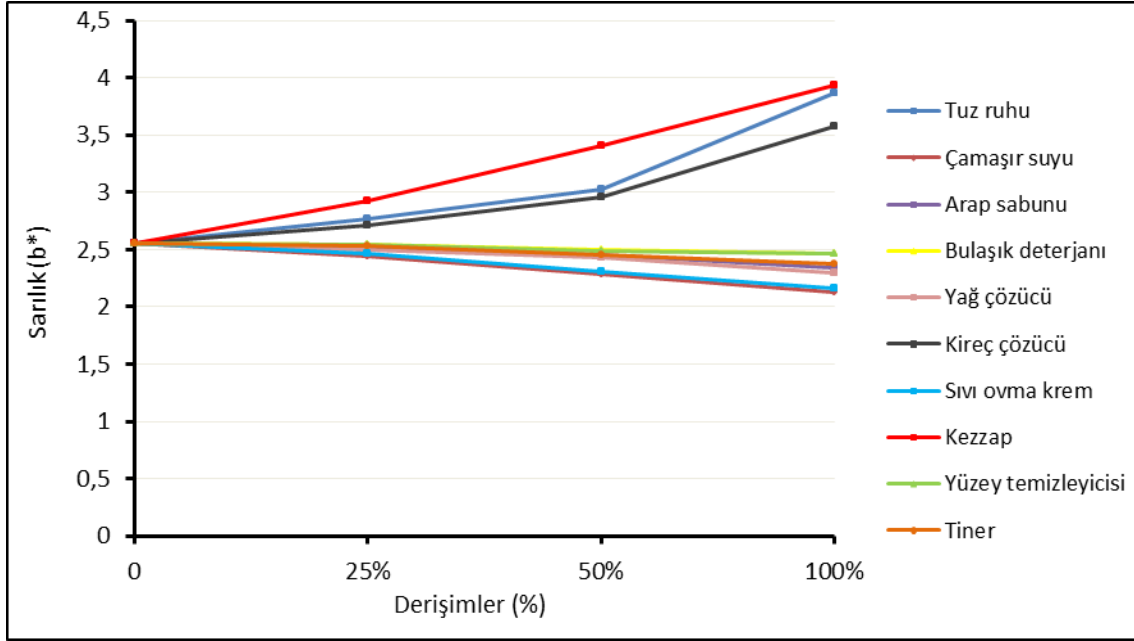
oksit minerallerle etkileşim sonucu renk değişimi yaşattığı söylenebilir (Gökaltun 2010). Tuz ruhu kimyasalının etkisi kezzap kimyasalının yapmış olduğu etkiye benzemektedir. Kireç çözücü kimyasalı bu iki kimyasal (kezzap, tuz ruhu) kadar etki etmese, granit yüzey kırmızılığını azaltmıştır. Diğer kimyasallarda da az da olsa renk değişimi görülmüş olup, dikkate değer renk değişimi gözlenmemiştir.



Şekil 4.39 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

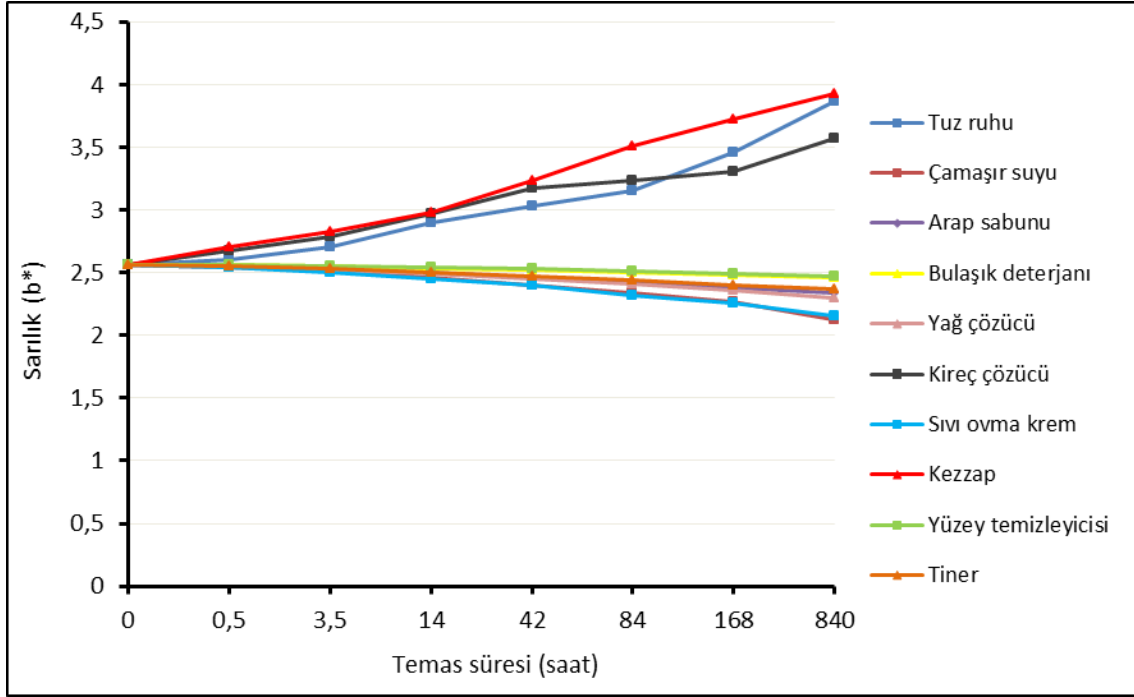
Şekil 4.40’ daki grafikte, granitin yüzey sarılık değerlerini (b^*), kimyasalların derişim oranlarına göre etkilerini incelendiğinde, kuvvetli asit bileşenlerine sahip kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü kimyasallarının derişim yüzdeleri arttıkça yüzey sarılık değerleride artmıştır. Orijinalinde granitin yüzey sarılık değeri 2,56 iken, kezzap kimyasalının %25 derişimdeki 840 saat teması sonucunda 2,92, %50 derişim teması sonucu 3,41 ve %100 derişimdeki teması sonucu 3,93’e yükselmiştir. Tuz ruhu kimyasalının %25 derişimdeki teması sonucunda 2,77, %50 derişimdeki teması sonucunda 3,03, %100 derişimdeki teması sonucunda 3,87’ e artmıştır. Kireç çözücü kimyasalının %25 derişimdeki teması sonucunda 2,71, %50 derişimdeki teması sonucunda 2,91, %100 derişimdeki teması sonucunda yüzey sarılık değeri 3,57 olmuştur. Bazik karakterli (çamaşır suyu, yağ çözücü, sıvı ovma krem, arap sabunu) ve düşük asidik karakterli (tiner) kimyasalların

temasında ise, derişim oranına bağı olarak konsantrasyonları arttıkça yüzey sarılık değerini 0,1-0,4 arasında düşürmüştür. Nötr karakterli (yüzey temizleyici, bulaşık deterjanı) kimyasalların maruziyeti sonrası ise, belirgin bir etki olmamıştır.



Şekil 4.40 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.

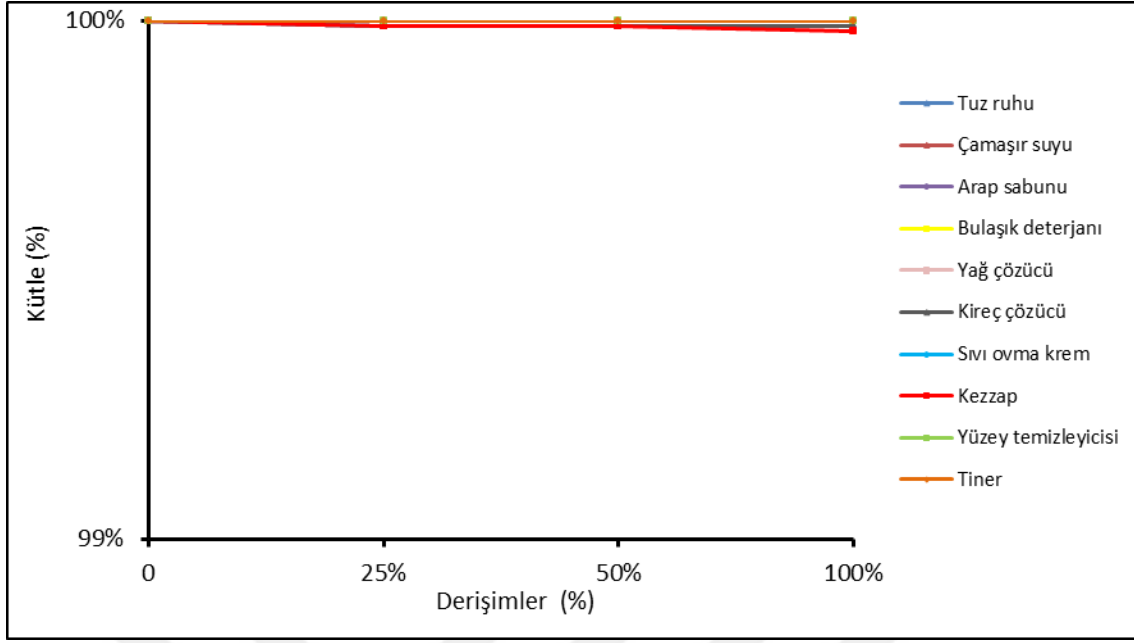
Şekil 4.41’ deki grafikte, temizlik kimyasallarının granit yüzeyine temas süreleri göre sarılık değerlerinin değişimleri (artış/azalış) gösterilmiştir. Güçlü asidik karakterli kimyasalların numune yüzeyine maruz kaldıkları süreye paralel olarak sarılık değerinde değişimler yaşanmıştır. En çok sarılık değerini arttıran kimyasallar sırasıyla; kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü’dür. Granitin yüzeyinde sarı renkli pas lekeleri ve sarılık değeri derişim oranına göre arttığı gözlenmiştir. Sebebi ise, asitlerin granit bileşimindeki demir oksit bileşenleriyle tepkimeye girmesi düşünülmektedir (Gökaltun 2010). Bazık karakterli çamaşır suyu, yağ çözücü, sıvı ovma krem ve arap sabunu gibi kimyasalların teması sonrasında ise, maruziyet süreleri arttıkça minimal düzeyde (0,1-0,4 arası) azalma meydana gelmiştir. Nötr karakterli (bulaşık deterjanı, yüzey temizleyicisi) kimyasalların teması sonrasında ise, belirgin bir etki olmamıştır.



Şekil 4.41 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.

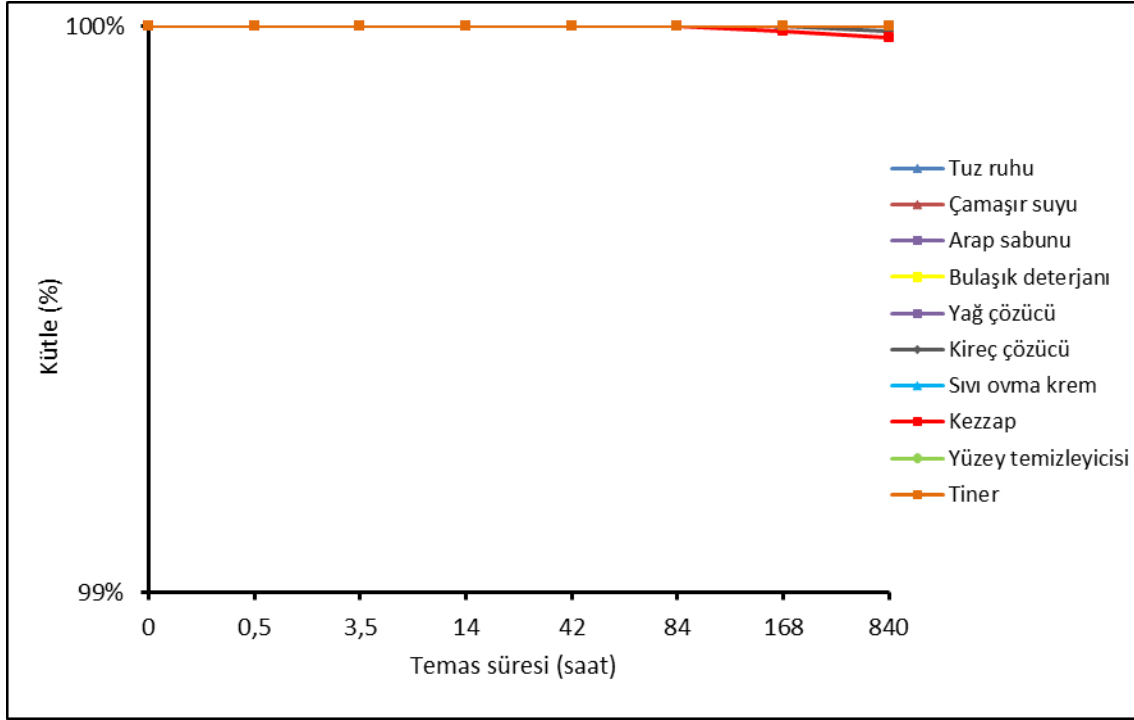
4.5.4 Kimyasal Derişim ve Maruziyet Süresinin Granit Kütle Değerine Etkisi

Şekil 4.42' deki grafikte Aksaray Yaylak Granit numuneleri üzerinde 840 saat süre boyunca on farklı yüzey temizlik kimyasallarının üç farklı (%25-%50-%100) derişimlerinin maruziyetinden sonraki kütle değişimleri gösterilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere, farklı derişimli kimyasalların granit yüzeyine maruziyeti sonrası numune kütlelerinde belirgin bir değişiklik meydana gelmemiştir. Kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü kimyasallar içerdiği kuvvetli asitler sebebiyle numunede maruziyet sonrası yüzeysel pürüzlülük oluşturmuş, nihayetinde derişimleri arttıkça pürüzlülükte artmıştır. Yüksek derişimli asidik karakterli kezzap kimyasalının granit numunesine teması sonucunda, erime kaybı oranı toplam ağırlığının % 0,02'si kadardır. Görüldüğü üzere kullanılan kimyasalların en etkilisinin bile erime kaybına etkisi minimal seviyelerde olmuştur. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada, benzer sonuçlar elde edilmiş olup, tuz ruhu, kireç çözücü gibi temizlik kimyasalları granit yüzeyinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda numunede herhangi bir erime kaybı olmadığı ifade edilmiştir.



Şekil 4.42 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli temizlik kimyasallarının 840 saat maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.

Şekil 4.43’ deki grafikte ise, granit numuneleri yüzeylerine uygulanan %100 derişimli on farklı temizlik kimyasallar, yedi farklı sürelerde maruz bırakılmış ve sonucunda da ağırlık değişim oranları verilmiştir. Kimyasallara bakıldığında asidik, bazik ve nötr olmak üzere, numune yüzeyinde maruz kaldığı sürede belirgin bir kütle kaybına sebebiyet vermemişlerdir. Bu kimyasalların içinden kezzap kimyasalının granitin yüzeyine 840 saatlik maruziyet sonrası (uzun vadede) yüzeyde az da olsa aşınma meydana getirmiştir. Kezzap kimyasalının etkisiyle numune erime kaybı oranı toplam ağırlığının % 0,02’ si kadardır. Yalnız kimyasalların maruziyeti sonrasında belirgin bir erime meydana gelmemiştir.



Şekil 4.43 Granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli temizlik kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.

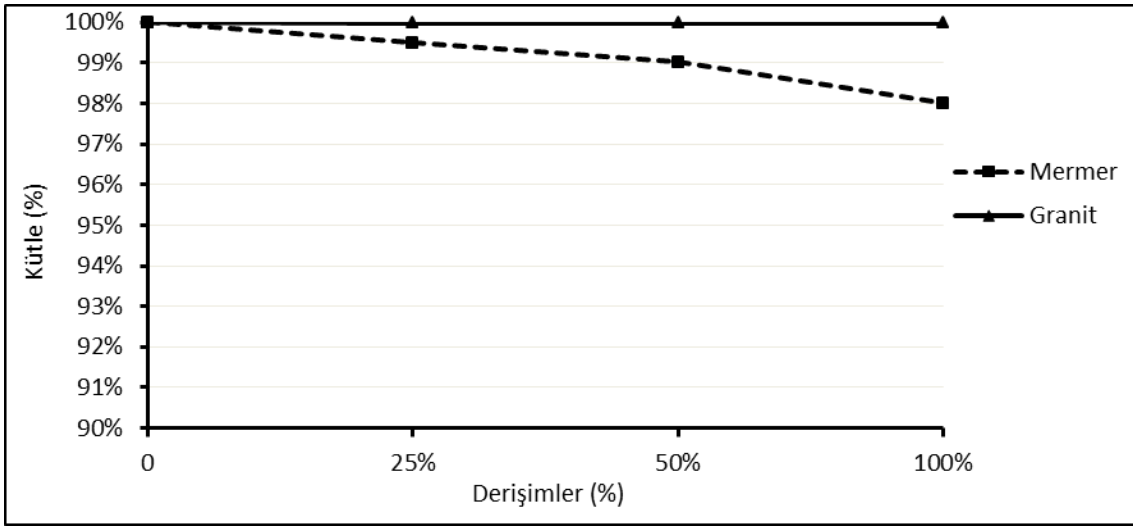
4.6 Yüzey Özellikleri Bakımından Mermer ve Granitin Temizlik Kimyasallarına Karşı Dayanımlarının Karşılaştırılması

4.6.1 Asidik Yapıdaki Kimyasalların Etkisi

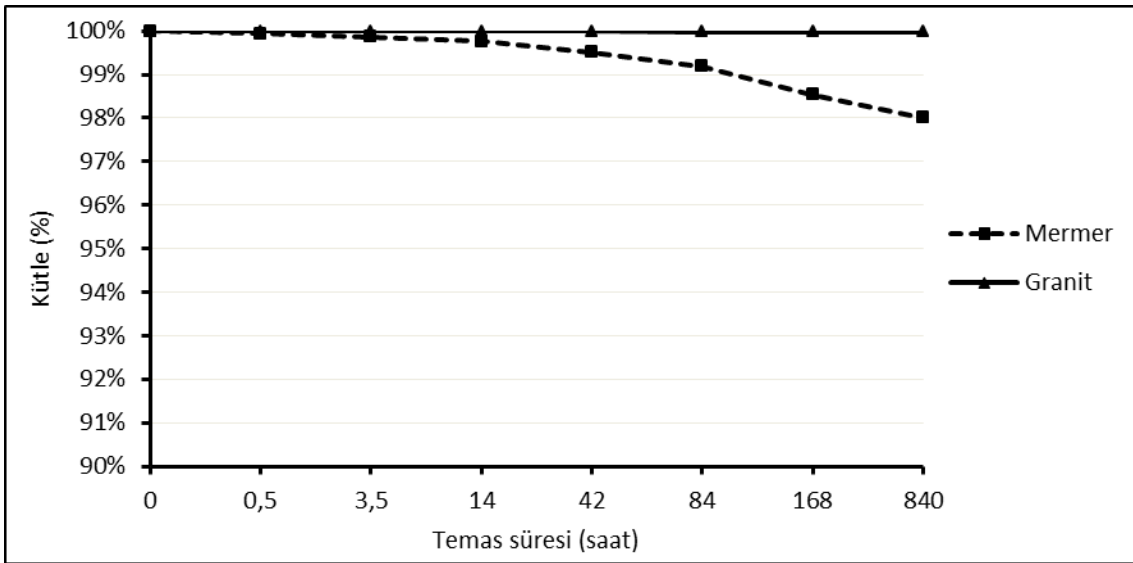
4.6.1.1 Tuz Ruhı Kimyasalının Etkisi

Şekil 4.44 ve Şekil 4.45’ deki grafikte, tuz ruhu kimyasalının üç farklı derişimi, mermer ve granit numune yüzeylerine yedi farklı sürelerde maruz bırakılmış ve sonucunda da kütle değişim oranları gösterilmiştir. Grafiklerden görüleceği üzere, tuz ruhu kimyasalının derişimi arttıkça mermer numunesinin kütle kaybı artmış, granit numunesinin kütle kaybı ise belirgin bir kayıp meydana gelmemiştir. Bunun sebebi ise, tuz ruhunun karakterindeki hidroklorik asitin kalsiyum karbonat içeren mermer numunesini dekonpoze ettiği için, doğal olarak kütle kaybına yol açmıştır. Tuz ruhu kimyasalının mermer yüzeyine 840 saat boyunca % 25 derişimdeki maruziyetinde erime kaybı oranı toplam ağırlığının % 0,5, %50 derişimde % 0,98, %100 derişimde ise % 2

olduğu saptanmıştır. Numune yüzeyine uygulanan tuz ruhunun üç farklı derişimleri arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) yüzeye nüfus ettiğinde yüksek erozyon yaşattığı söylenebilir. Granit numunesi güçlü karakter yapısına (kuvars, feldspat vs.) sahip olduğu için dekonpoze görülmemiştir. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup, tuz ruhu kimyasalları granit ve mermer yüzeyine 5 dk temas ettirilmiştir. Deney sonucunda granit numunesinde herhangi bir erime kaybı olmadığını, mermerde ise erime kaybının yüksek oranlara ulaştığı belirtilmiştir.

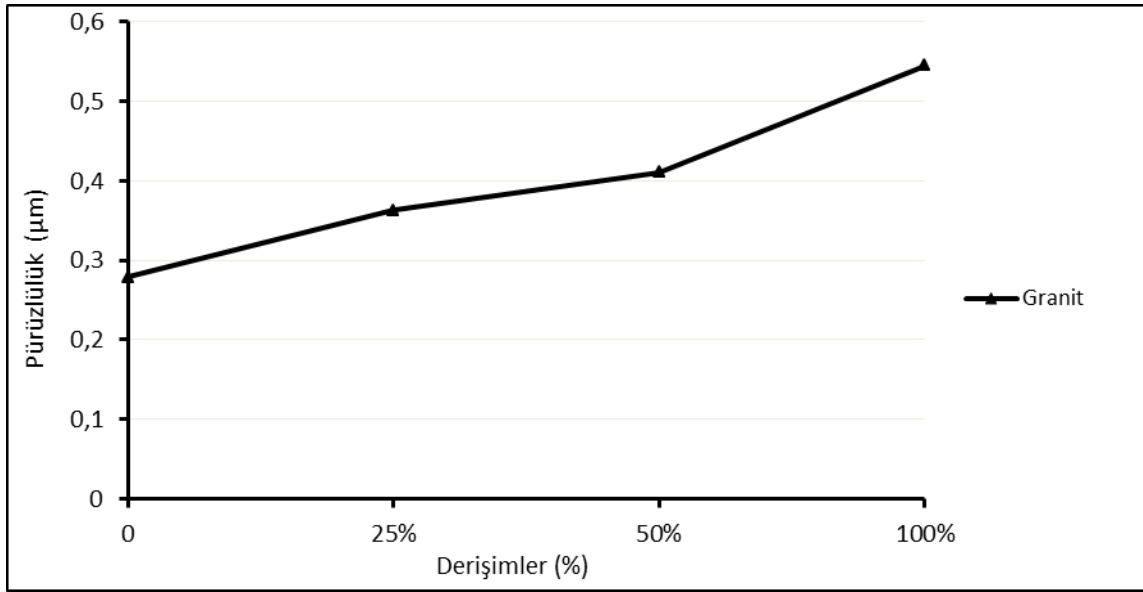


Şekil 4.44 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.



Şekil 4.45 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tuz ruhu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda kütle değerlerine etkisi.

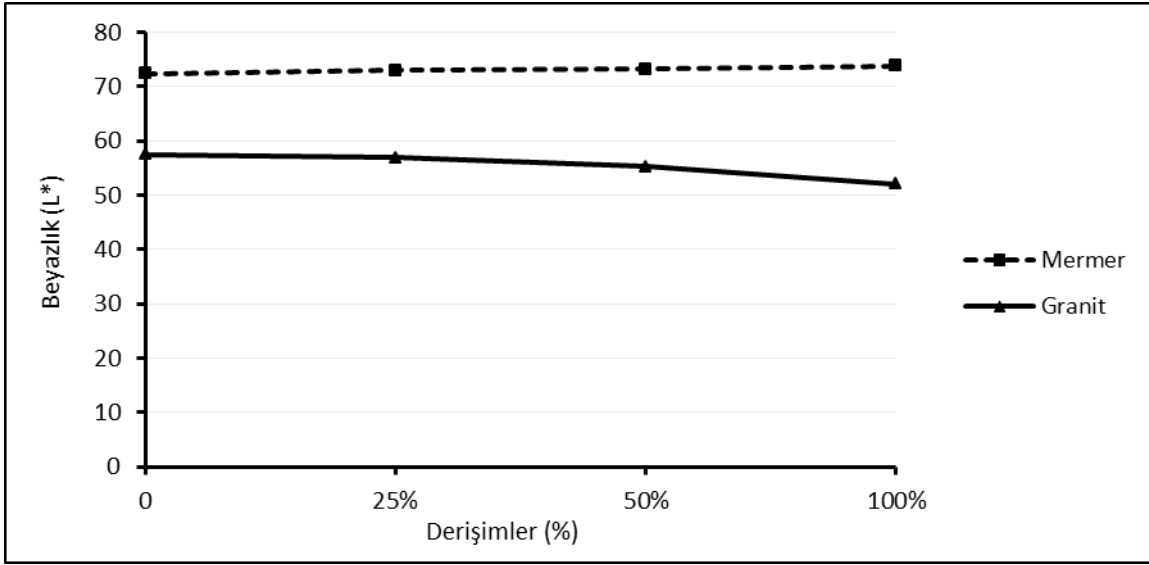
Tuz ruhu kimyasalının üç farklı derişimleri, mermer ve granit yüzeyine uygulanması sonucu, kimyasalının mermerdeki kalsitle tepkime vermesiyle aşınarak ortalama 4 mm oyukluk oluşturmuştur. Bu sebepten dolayı pürüzlülük değeri ölçülememiştir. Granitte ise, orijinalinde 0,270 μm olan yüzey pürüzlülüğü, tuz ruhu kimyasalı derişimi maruziyet süresi arttıkça pürüzlülük değeri de artmıştır. En fazla etki eden maruziyet süresi 840 saat olmakla beraber, bu sürede derişimler artarak %25 derişimde 0,363 μm , %50 derişimde 0,411 μm %100 derişimde 0,550 μm ’ ye yükselmiştir (Şekil 4.46).



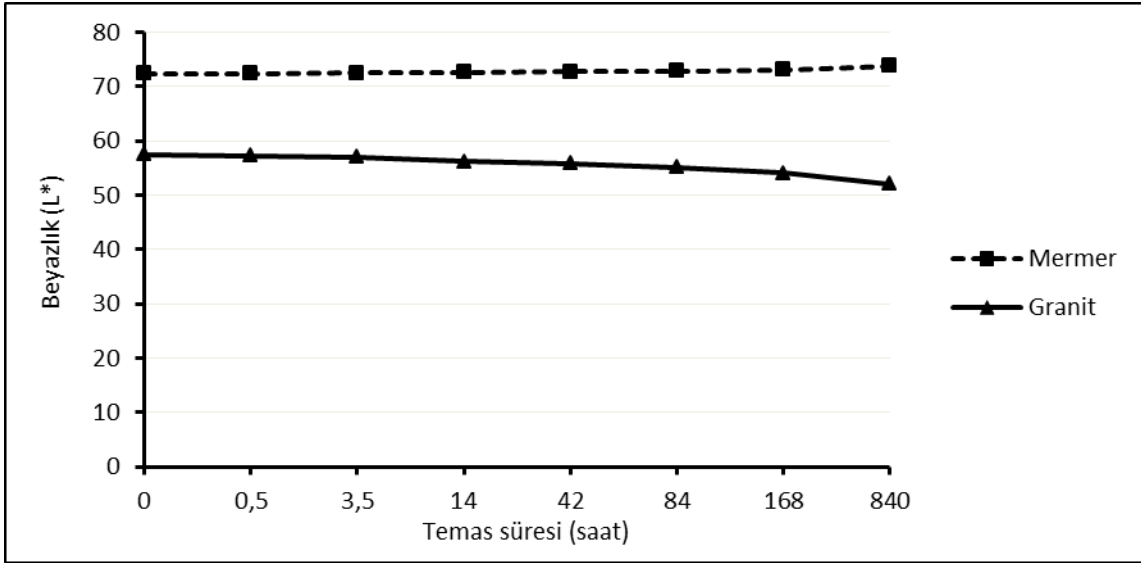
Şekil 4.46 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Tuz ruhu kimyasalının üç farklı derişimleri, mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.47 ve Şekil 4.48’ deki grafiklerde görüldüğü üzere, numunelere kimyasal uygulamadan öncesi ve sonrası yüzey beyazlık değeri gösterilmiştir (beyazlık($L^*=100$)/siyahlık($L^*=0$)). Kimyasalının derişimi ve temas süreleri arttıkça mermer numunesinde yüzey beyazlığının az miktarda arttığı, granit numunesinde ise, yüzey beyazlığının az miktarda azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi de; hidroklorik asitin mermerdeki kalsiyum karbonatla tepkimeye girmesi ve yüzey erozyonuna uğramasıdır. Dolayısıyla mermer yüzeyini beyazlaştırmıştır. Derişimler arasından %100 konsantrasyonlu tuz ruhu kimyasalının uzun vadedeki mermer ve granit yüzeyine etkisi, diğer seyreltilmiş konsantrasyonlara ve kısa vadedeki temaslarına göre daha fazla olmuştur. Mermerin orijinalinde %72,31 olan beyazlık değeri, tuz ruhu kimyasalının

temasıyla (derişimlere ve maruziyet sürelerinin artışına doğrusal olarak) yüzey beyazlığında mikro düzeyde artmış olup, %100 derişimli (en yüksek derişim) kimyasalın 840 saat (en uzun temas süresi) teması sonrasında beyazlık değeri % 73,75 olmuştur. Granit numunesinin orijinalinde %57,44 olan beyazlık değeri, tuz ruhu kimyasalının temasıyla (derişim ve maruziyet süreleri arttıkça) numune yüzey beyazlığı mikro düzeyde azalmış olup, %100 derişimdeki 840 saat teması sonrasında beyazlık değeri %52,01 olmuştur.

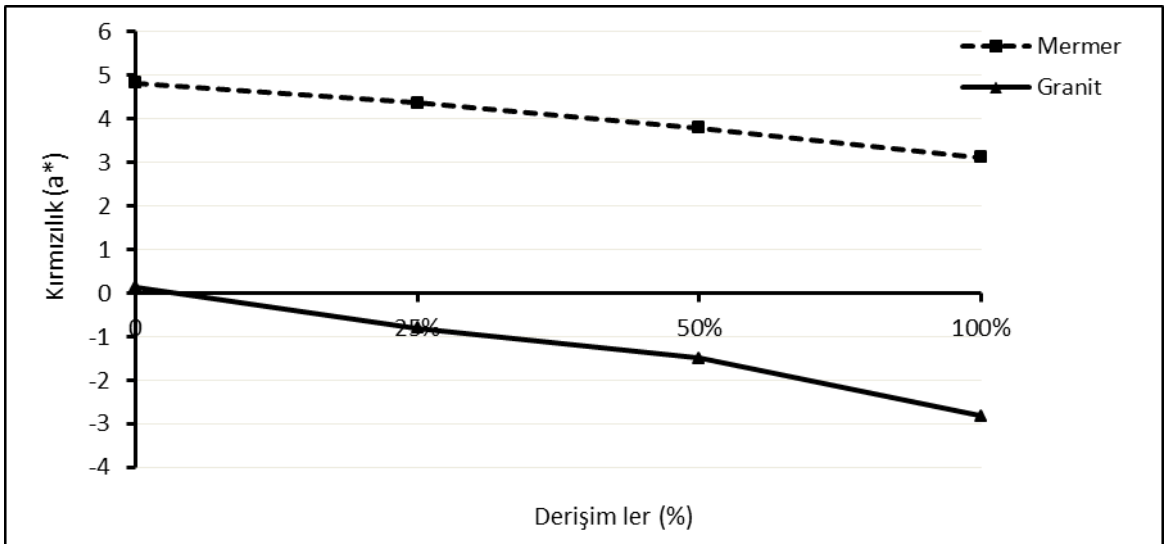


Şekil 4.47 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

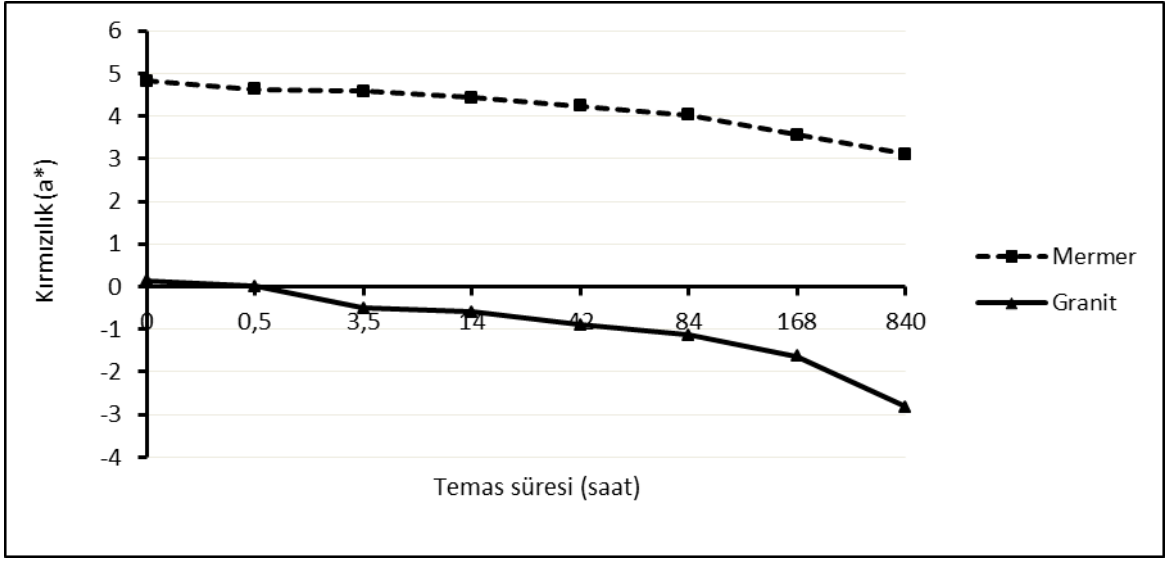


Şekil 4.48 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tuz ruhu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Tuz ruhu kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Numunelere kimyasal uygulamadan önce uyguladıktan sonraki yüzey kırmızılık (+a*) / yeşillik (-a*) değerleri Şekil 4.49 ve Şekil 4.50’ deki grafiklerde gösterilmiştir. Grafiklerden görüldüğü üzere, kimyasalının derişimi ve maruziyet süresi arttıkça mermerin ve granitin yüzey kırmızılık değeri yüksek seviyelerde azalmış olup, granitin yüzey renginde yeşile doğru kayma meydana gelmiştir. Bej mermerin orijinalinde kırmızılık değeri 4,82 iken, kimyasalın temas süresi ve derişimleri arttıkça, yüzey kırmızılık değeri de lineer olarak azalmış, %100 derişimdeki (en yüksek derişim) tuz ruhu kimyasalının 840 saat (en uzun maruziyet süresi) temasında kırmızılık değeri 3,11’e düşmüştür. Bunun nedeni, hidroklorik asitin mermerdeki kalsiyum karbonatla tepkimeye girip yüzey erozyonunun gerçekleşmesi düşünülmektedir. Granit numunesinin orijinalinde 0,14 olan yüzey kırmızılık değeri, tuz ruhu kimyasalın derişimi ve maruziyet süresi arttıkça, yüzey kırmızılık değeride lineer olarak azalmış, %100 derişimdeki tuz ruhunun 840 saat temasında kırmızılık değeri -2,82’e inmiştir. Bunun sebebi tuz ruhu (HCl) kimyasalının granitteki demir oksit minerallerin etkisiyle yüzey değışimi (kırmızılıktan yeşile) gerçekleşmesi söylenebilir (Gökaltun 2010). Numune yüzeyine uygulanan tuz ruhunun üç farklı derişimleri arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) yüzeye nüfus ettiğinde yüksek erozyon yaşattığı söylenebilir.

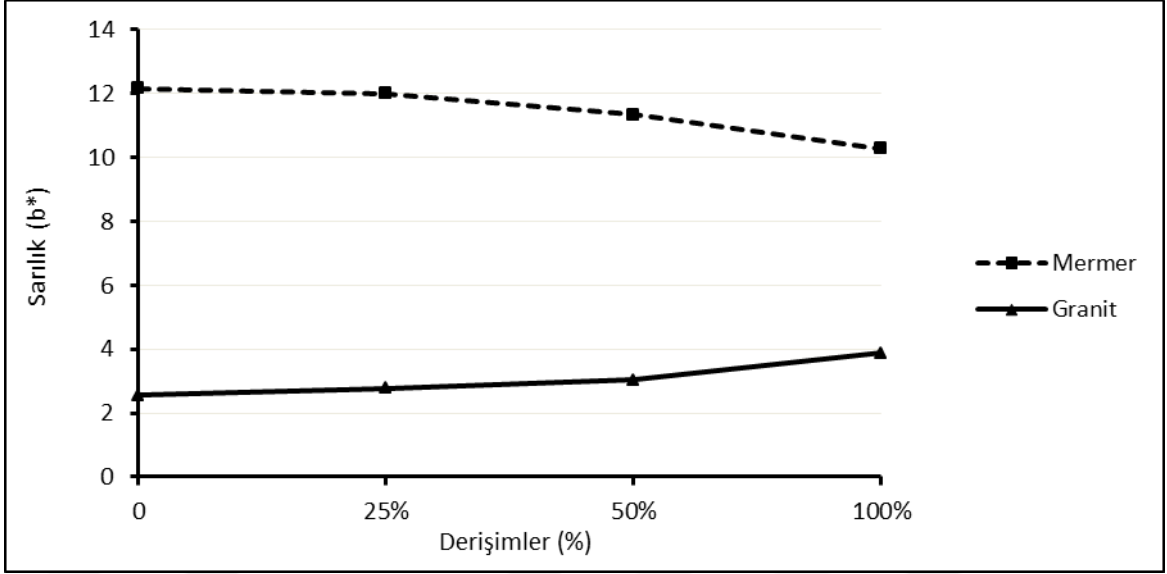


Şekil 4.49 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

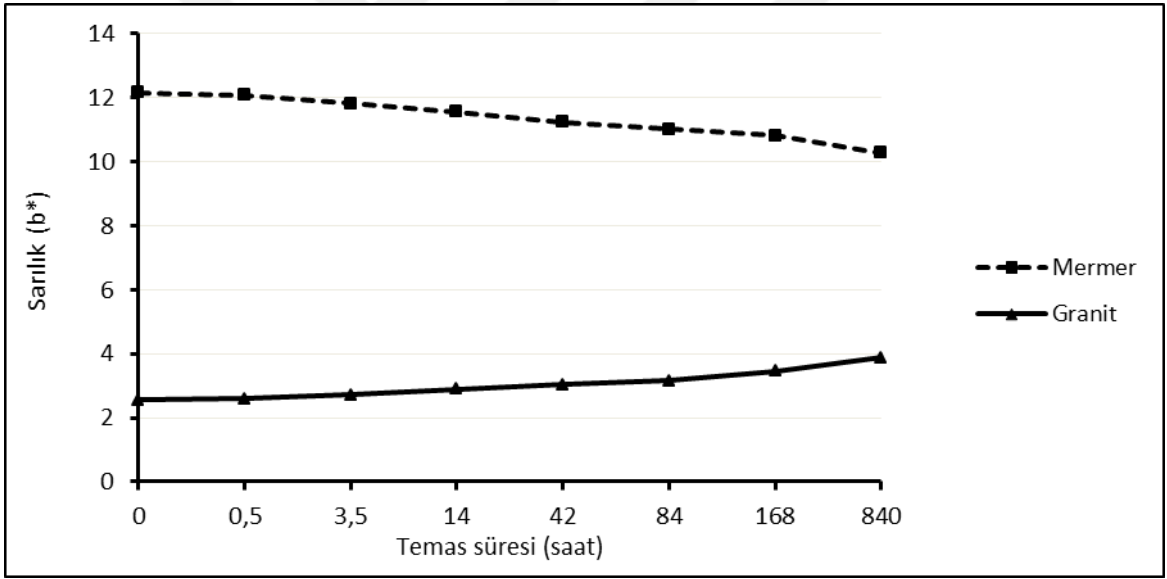


Şekil 4.50 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tuz ruhu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Tuz ruhu kimyasalının üç farklı konsantrasyonları yedi farklı sürelerde mermer ve granit yüzeylerine uygulanmıştır. Kimyasal uygulamadan önce ve sonraki numune yüzey sarılık (+b*)/ mavilik(-b*) değerleri Şekil 4.51 ve Şekil 4.52’ deki grafiklerde gösterilmiştir. Grafiklerde görüldüğü üzere, kimyasalın derişimi ve maruziyet süreleri arttıkça mermerin yüzey sarılık değeri azalmış, granitin de yüzey sarılık değeri artmıştır. Bunun sebebi, hidroklorik asitin mermerdeki kalsiyum karbonatla, granitte ise demiroksit bileşenleriyle tepkimeye girmesi olabilir (Gökaltun 2010). Mermerin orijinalinde 12,17 olan yüzey sarılık değeri, tuz ruhunun derişimi ve maruz kalma süresi arttıkça, yüzey sarılık değeri de buna paralel olarak azalmış, numuneye %100 derişimde 840 saat maruziyeti sonrasında sarılık değeri 10,28’e düşmüştür. Granitin orijinalinde 2,56 olan yüzey sarılık değeri, tuz ruhunun derişimi ve maruziyet süresi arttıkça, yüzey sarılık değeri de artmış, numuneye %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat maruziyeti (en uzun temas süresi) sonrasında sarılık değeri 3,87’ e yükselmiştir. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) yüzeye nüfus ettiğinde yüksek erozyon yaşandığı söylenebilir.



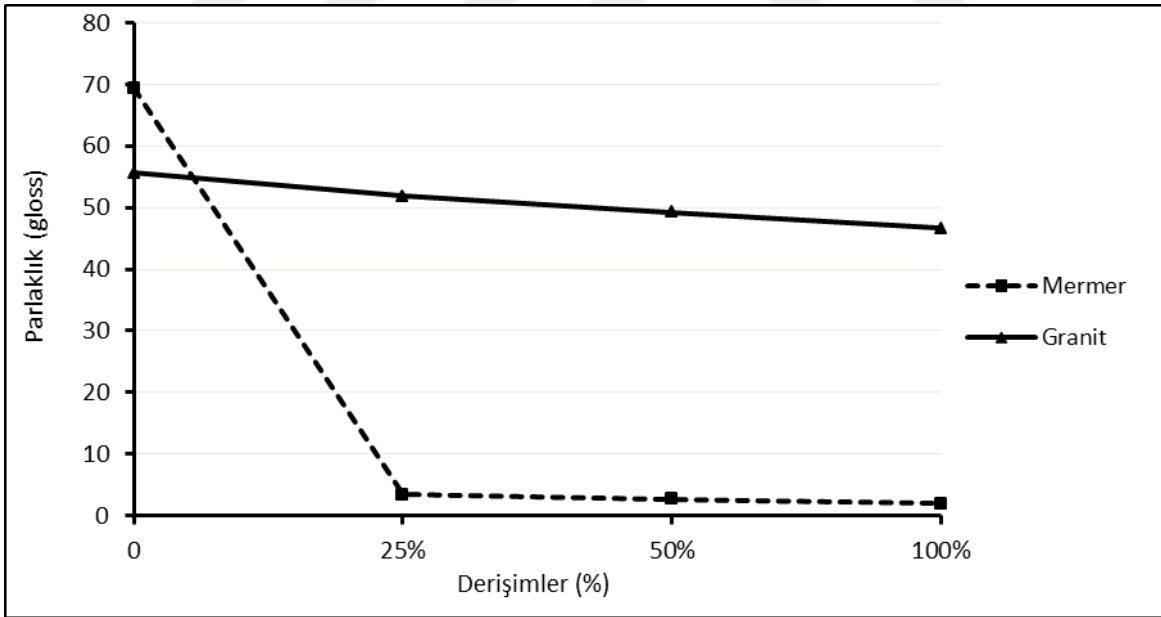
Şekil 4.51 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.



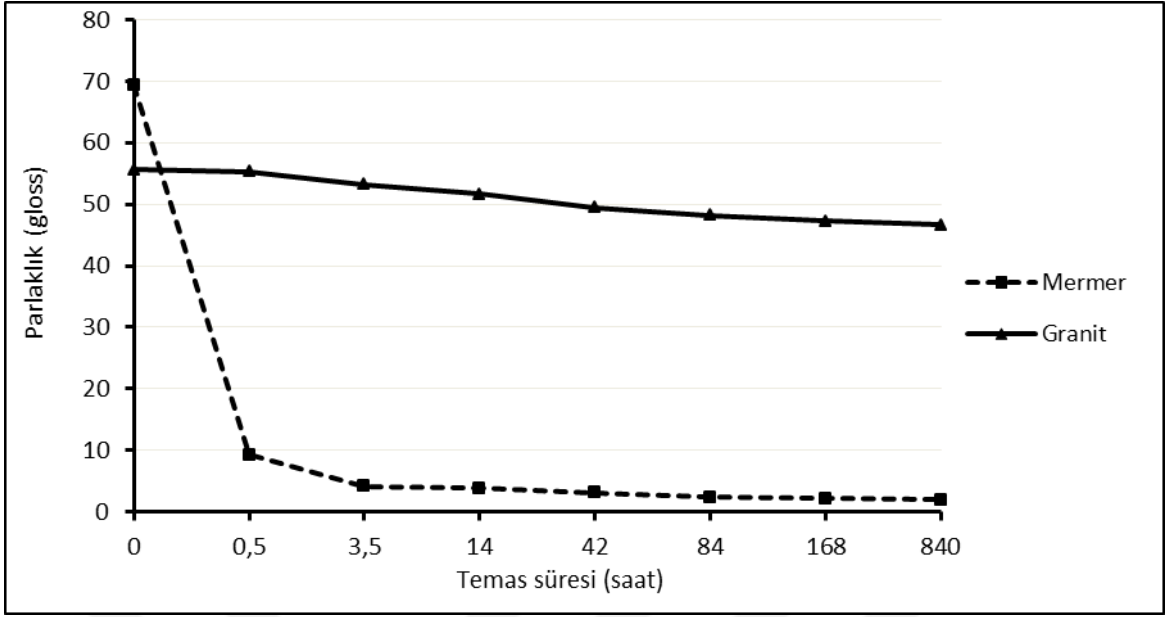
Şekil 4.52 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tuz ruhu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Şekil 4.53 ve Şekil 4.54’ deki grafiklere bakıldığında; mermer yüzeyine uygulanan tuz ruhu kimyasalı yüzeyi dekonpoze ettiği için parlaklık değeri yüksek seviyede azalmıştır. Granit yüzeyinde ise, mermerdeki kadar parlaklık kaybı yaşanmayıp ortalama 10 gloss biriminde azalmıştır. Kimyasalın üç farklı derişiminde ve yedi farklı süre dilimlerinde yapılan bu deneyde, kimyasalın maruziyet süresi ve derişimi arttıkça, numunelerin yüzey parlaklığı da lineer olarak azalmıştır. Numune yüzeyine uygulanan kimyasalın üç farklı derişimleri arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840

saat (en uzun maruziyet süresi) yüzeye nüfuz ettiğinde yüksek erozyon yaşandığı söylenebilir. Mermerin orijinalinde yüzey parlaklık değeri 69,4 gloss iken, tuz ruhunun en düşük derişimde (%25) temasıyla bile ani bir düşüş saptanmıştır. Granit numunesinin orijinalinde yüzey parlaklık değeri 55,6 gloss iken, tuz ruhunun üç farklı (%25 -%50- %100) derişimlerdeki numune yüzeyine 840 saat maruz kaldıktan sonra yüzey parlaklığını ortalama 9 gloss azaltmıştır. Granitlerin, mermerlere göre çok daha farklı fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklere sahip olmasının getirmiş olduğu yüksek nitelikler ve avantajlar, bu deney sonuçlarına da olumlu yansımıştır. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) yüzeye nüfuz ettiğinde yüksek erozyon yaşandığı söylenebilir. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada, tuz ruhu kimyasalı doğal taşlar yüzeylerinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda parlaklık kaybı incelenmiştir. Tuz ruhu kimyasalının mermerde parlaklık kaybı yüksek oranlara ulaştığını, granitlerde ise sınırlı oranlarda kaldığını ve temizlik kimyasallarının açık yada kapalı olması farklı etki göstermediğini ifade etmiştir.

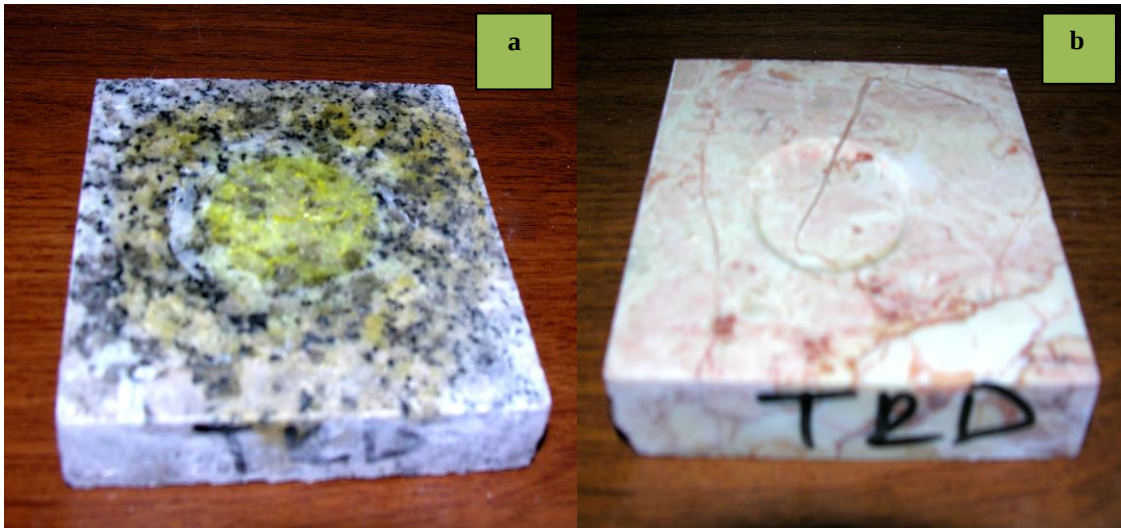


Şekil 4.53 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tuz ruhu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.



Şekil 4.54 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tuz ruhu kimyasallarının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucunda yüzey parlaklığına etkisi.

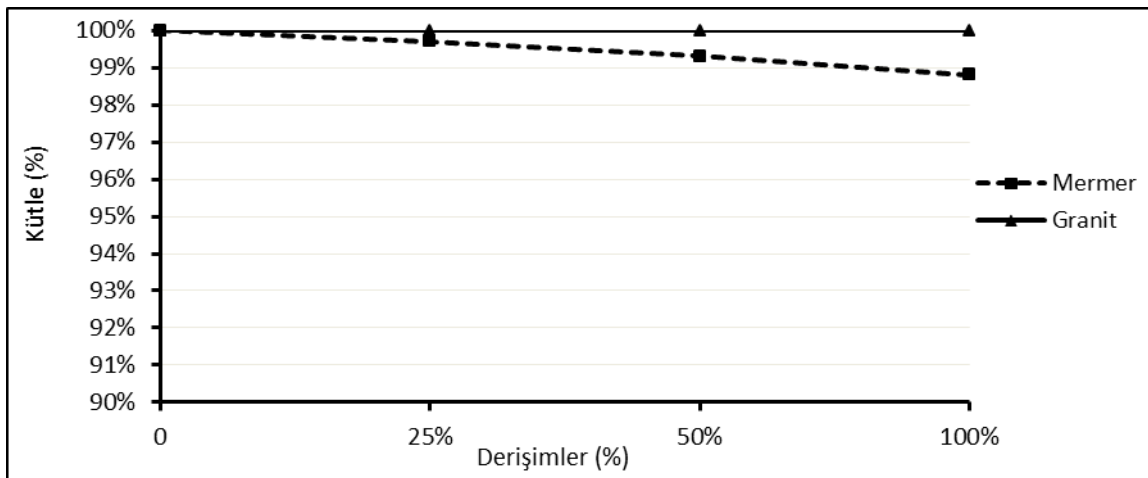
Yukarıdaki grafiklerde, tuz ruhu (HCl) farklı derişim ve sürelerde granit ve mermer numunesi yüzeyine yaptığı etkiler ortaya konulmuştur. Numunelerde gerçekleşen deformasyon ve karakteristik eğilimler yakın çekim fotoğraflarla Şekil 4.55’ de sunulmuştur. Bu fotoğraflar kimyasalın numune yüzeyine en fazla etki ettiği süre/derişim dikkate alınarak konulmuştur (840 saat/%100 derişim).



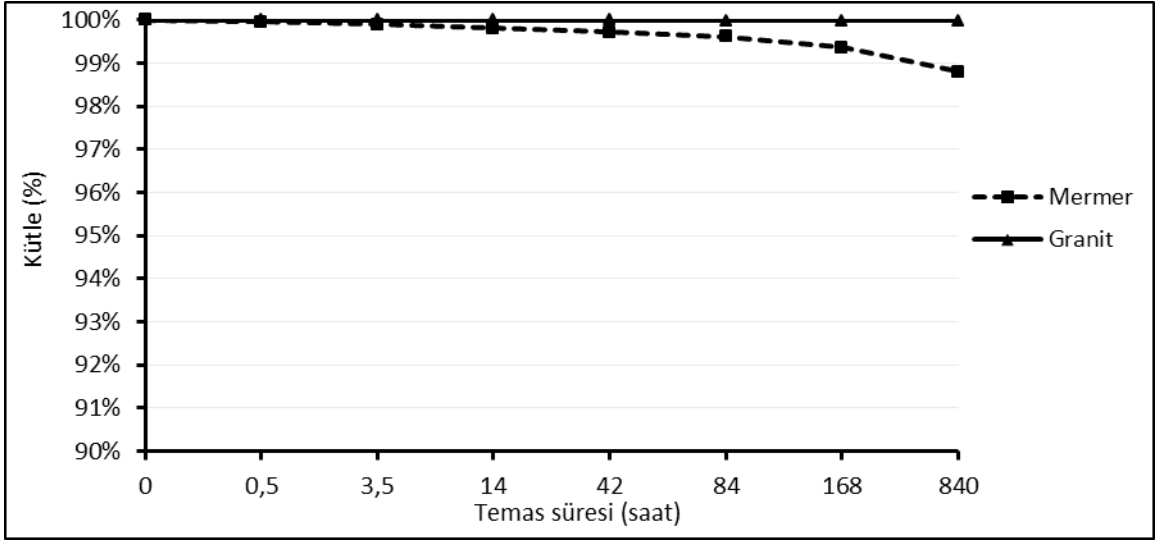
Şekil 4.55 840 saat süre boyunca %100 derişimli tuz ruhu kimyasalına temas eden granit numunesi(a);840 saat süre boyunca %100 derişimli tuz ruhu kimyasalına temas eden mermer numunesi(b).

4.6.1.2 Kireç Çözücü Kimyasalının Etkisi

Şekil 4.56 ve Şekil 4.57’ deki grafikte, mermer ve granit numune yüzeylerine, kireç çözücü kimyasalının üç farklı derişimi, yedi farklı sürelerde maruziyetinden sonraki kütle erime oranları gösterilmiştir. Grafiklerden görüleceği üzere, kireç çözücü kimyasalının derişimi arttıkça mermer numunesinin kütle kayıp oranı artmıştır. Kireç çözücü kimyasalının mermer yüzeyine 840 saat boyunca % 25 derişimdeki maruziyetinde erime kayıp oranı toplam ağırlığının % 0,3, %50 derişimde % 0,7, %100 derişimde ise % 1,2 olduğu saptanmıştır. Granit numunesinin kütlelerinde ise, belirgin bir etki meydana gelmemiştir. Bunun sebebi ise; kireç çözücü kimyasalı kalsiyum karbonatlı yapıya sahip olan mermer numunesini dekonpoze ettiği için kütle kaybına yol açtığı söylenebilir. Granit numunesi güçlü karakter yapısına (kuvars, feldspat vs.) sahip olduğu için dekonpoze görülmemiştir. Önceki çalışmalara bakıldığında ise şöyle ifadelerle rastlanılmaktadır: Asit yağmurları yapı malzemelerinin kimyasal yapısına etki ederek bozulmasına ve yüzey çekilimine sebep olur (Lee and Eun Yi 2007). Karbonatlı kayaçlar üzerine asit yağmurlarının etkilerini araştıran çalışmalar, bu kayaçlarda kimyasal bozunma sonucu Ca kaybı, HCO_3 ve SO_4 birikimi olduğunu ortaya çıkarmıştır (Caner ve Seeley 1979, Readdy *et al.* 1985, Tecer 2005). Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada, kireç çözücü kimyasalı doğal taşların yüzeylerinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda erime kaybı incelenmiştir. Kireç çözücü kimyasalın mermerde parlaklık kaybı yüksek oranlara ulaştığını, granitlerde ise sınırlı oranlarda kaldığını ifade etmiştir.

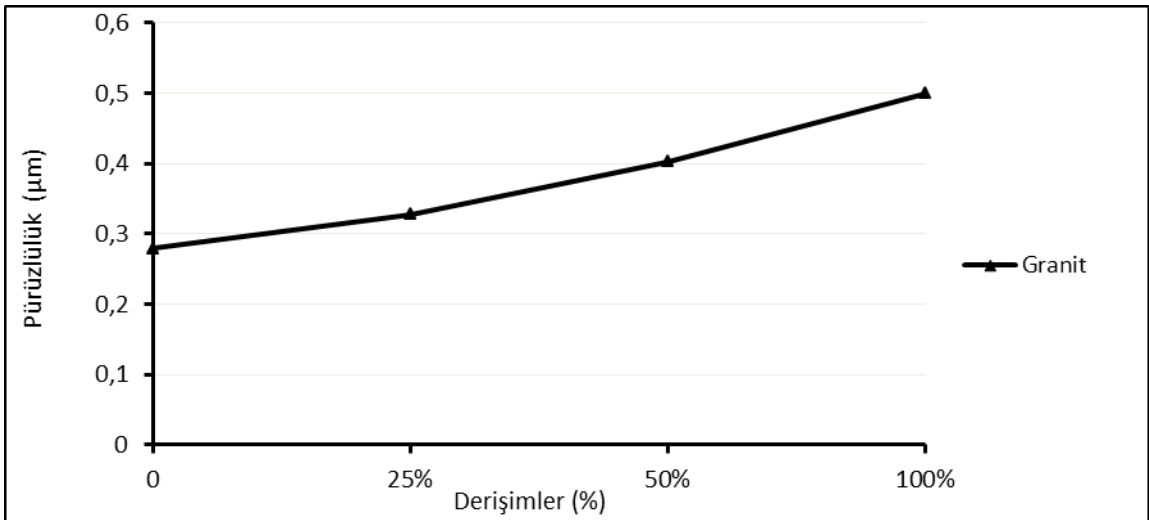


Şekil 4.56 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.



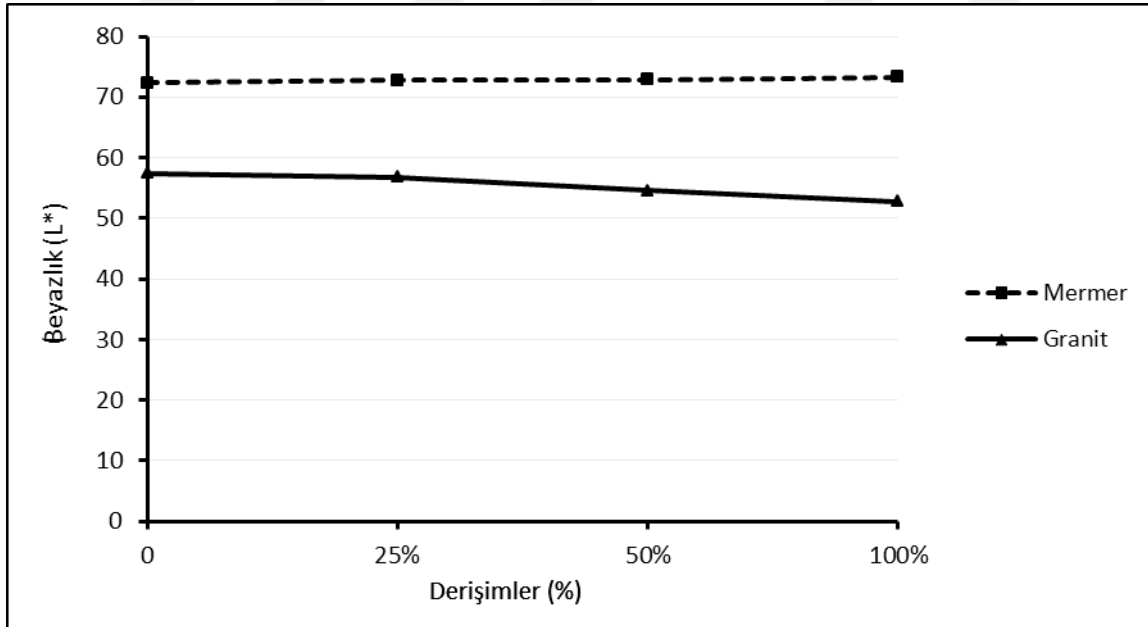
Şekil 4.57 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kireç çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

Kireç çözücü kimyasalının üç farklı derişimleri, mermer ve granit yüzeyine yedi farklı sürelerde temas ettirilmiştir. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) yüzeye nüfüs ettiğinde yüksek erozyon yaşandığı ve mermerle reaksiyon göstermesiyle aşınarak ortalama 3,5 mm oyukluk oluşturduğu belirlenmiştir. Bu sebep dolayısıyla mermerin yüzey pürüzlülük değeri ölçülememiştir. Granitte ise, orjinalinde 0,279 μm olan yüzey pürüzlülüğü, derişimlere bağlı olarak pürüzlülük artmakla birlikte, %100 derişimli (en yüksek derişim) kireç çözücü kimyasalının 840 saat (en uzun temas süresi) maruziyeti sonrası 0,499 μm ' ye yükselmiştir (Şekil 4.58).

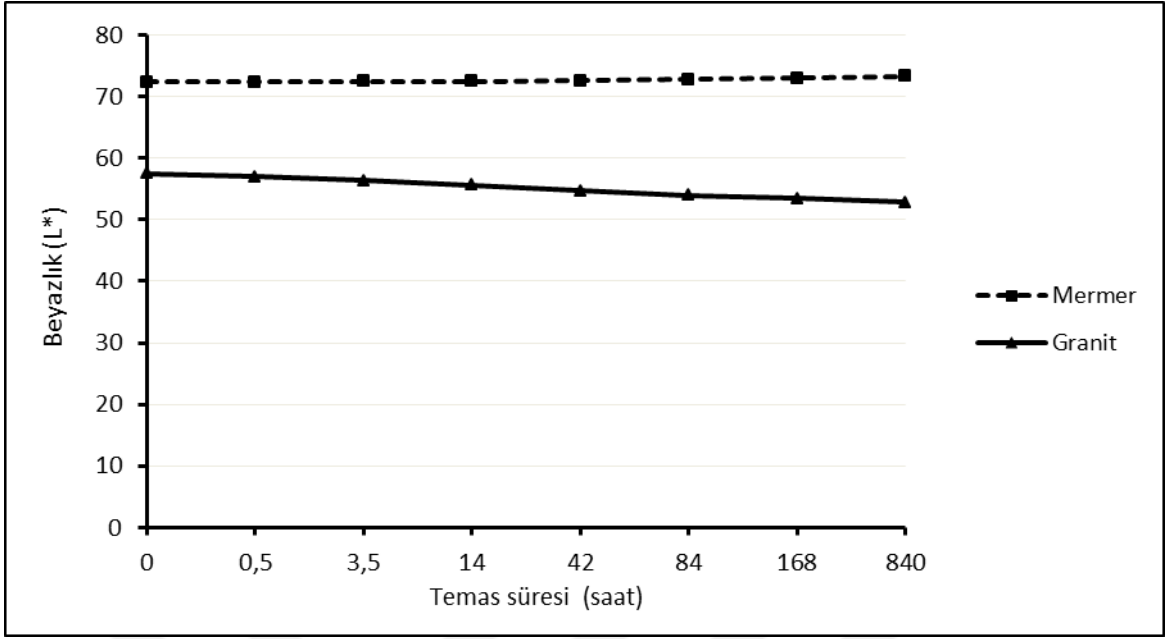


Şekil 4.58 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Kireç çözücü kimyasalının üç farklı derişimleri, mermer ve granit yüzeyine uygulanmış olup, sonucunda doğal taşların yüzey beyazlık değerleri Şekil 4.59 ve Şekil 4.60' da gösterilmiştir. Grafiklerde görüldüğü üzere, kimyasalının derişimi ve maruz kalma süresi arttıkça, mermer numunesinde beyazlık değeri minimal seviyede artmış, granit numunesinde ise yüzey beyazlık değeri minimal seviyede azalmıştır. Numune yüzeyine uygulanan kireç çözücünün üç farklı derişimleri arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) yüzeye nüfus ettiğinde yüksek erozyon yaşattığı söylenebilir. Mermer numunesinin orijinalinde yüzey beyazlık rengi %72,31 iken, kireç çözücünün kimyasalının derişimleri ve maruziyet süreleri artışına paralel olarak minimal seviyede artmış olup, %100 derişimde 840 saat teması sonrası yüzey beyazlık rengi %73,28'e yükselmiştir. Granit numunesinin orijinalinde yüzey beyazlık rengi %57,44 iken, kireç çözücünün derişim ve maruziyet süresi artışına göre paralel olarak azalmış, %100 derişimde 840 saat teması sonrası yüzey beyazlık rengi %52,79'a düşmüştür. Sebebi ise kireç çözücünün bünyesindeki nitrit asitin, mermerdeki kalsiyum karbonatla, granitinde demiroksit bileşenleriyle tepkimeye girip dekompoze yaptığı söylenebilir (Gökaltun 2010).

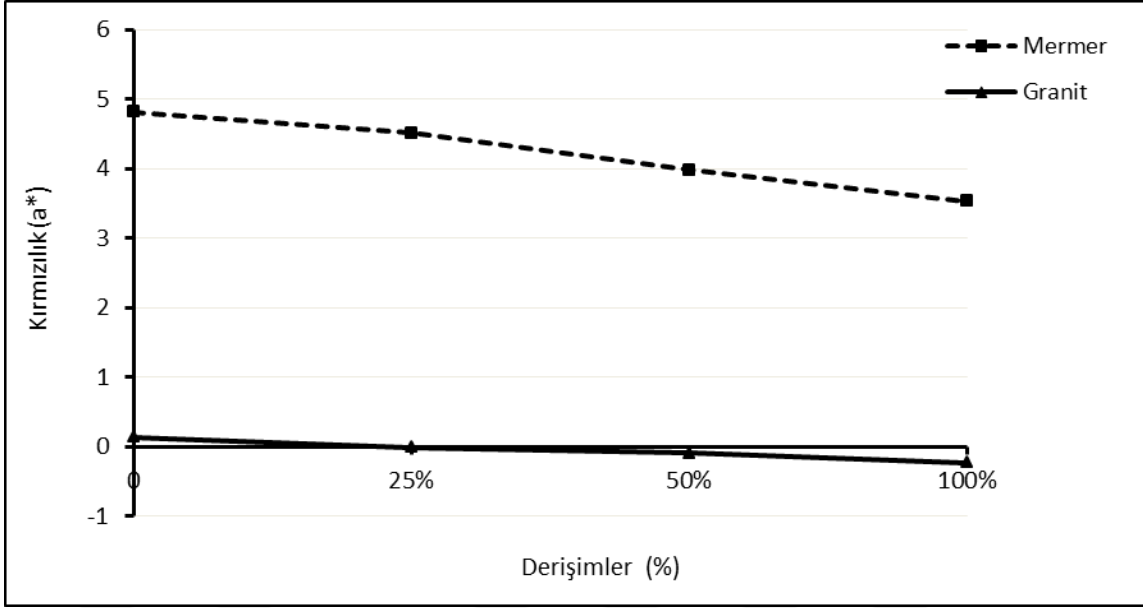


Şekil 4.59 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

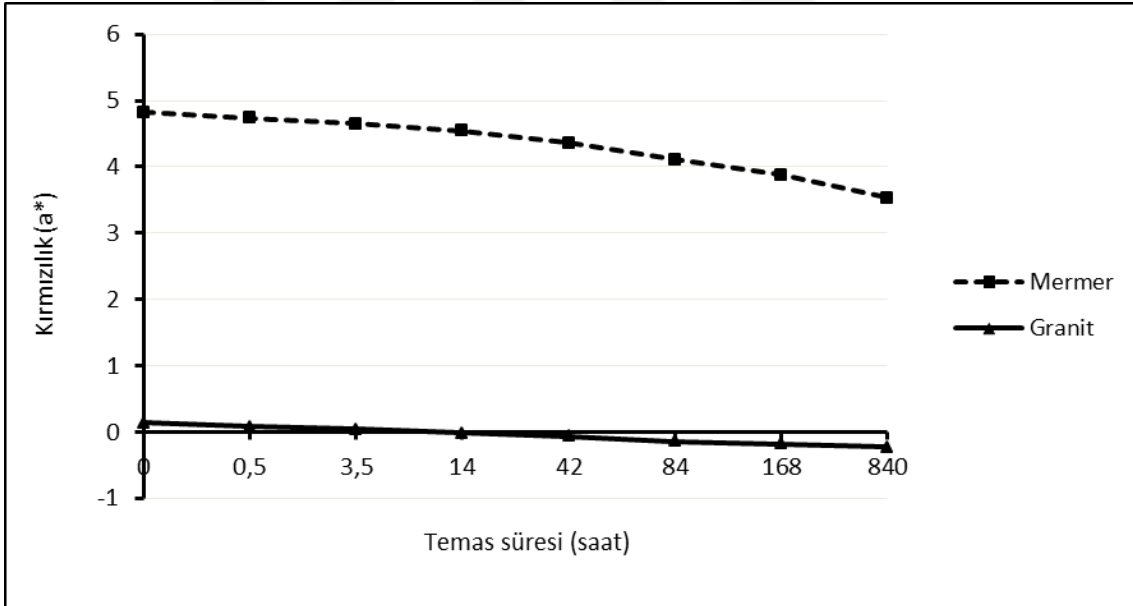


Şekil 4.60 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kireç çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Kireç çözücü kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeylerine uygulanmıştır. Numuneye kimyasal uygulamadan önce ve uygulamadan sonraki yüzey kırmızılık(a^*)/yeşillik($-a^*$) değerleri Şekil 4.61 ve Şekil 4.62’ deki grafiklerde gösterilmiştir. Grafiklerden de görüldüğü üzere, kimyasalının derişimi ve maruz kalma süresi arttıkça mermer numunesinde kırmızılık değeri azalmış ve granit numunesinde de yüzey yeşillik değeri artmıştır. Numune yüzeylerine uygulanan kimyasalın üç farklı derişimleri arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) yüzeye nüfus ettiğinde yüksek erozyon yaşattığı söylenebilir. Mermer numunesinin orijinalinde yüzey kırmızılık değeri 4,82 iken, kireç çözücünün derişimi ve temas süresi arttıkça değişen oranlarda azalmış ve %100 derişimde 840 saat maruziyet sonrasında yüzey kırmızılık değeri 3,53’e düşmüştür. Granit numunesinin orijinalinde yüzey kırmızılık değeri 0,14 iken, kireç çözücünün derişimi ve maruz kalma süresi arttıkça doğrusal olarak azalmış ve %100 derişimde 840 saat maruziyet sonrasında yüzey kırmızılık değeri -0,23’e düşmüştür. Bunun sebebi ise nitrik asitin mermerdeki kalsiyum karbonatla, granitde demiroksit bileşenleriyle tepkimeye girip reaksiyon göstermesi söylenebilir (Gökaltun 2010).



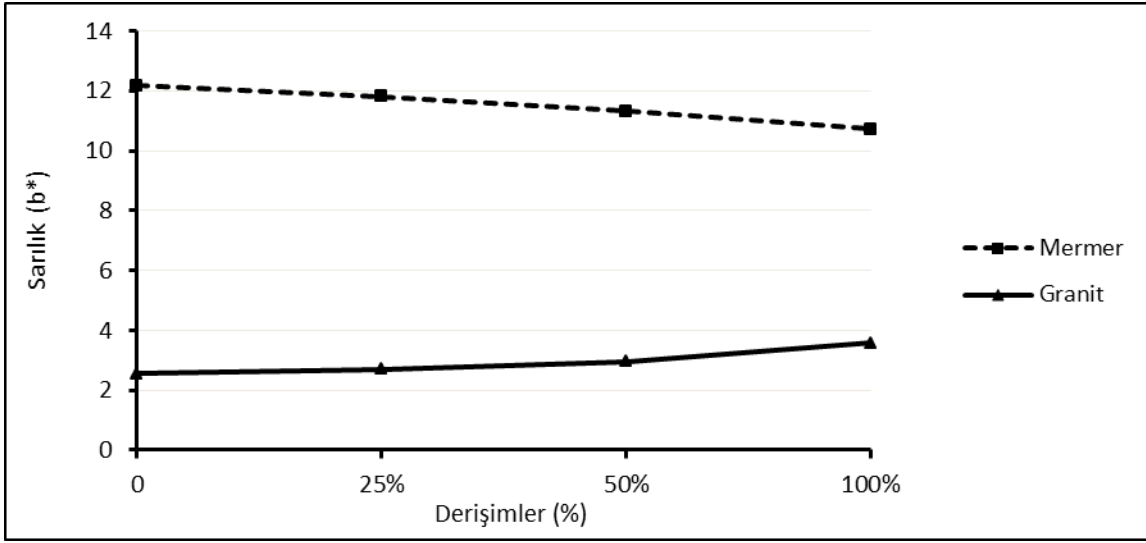
Şekil 4.61 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.



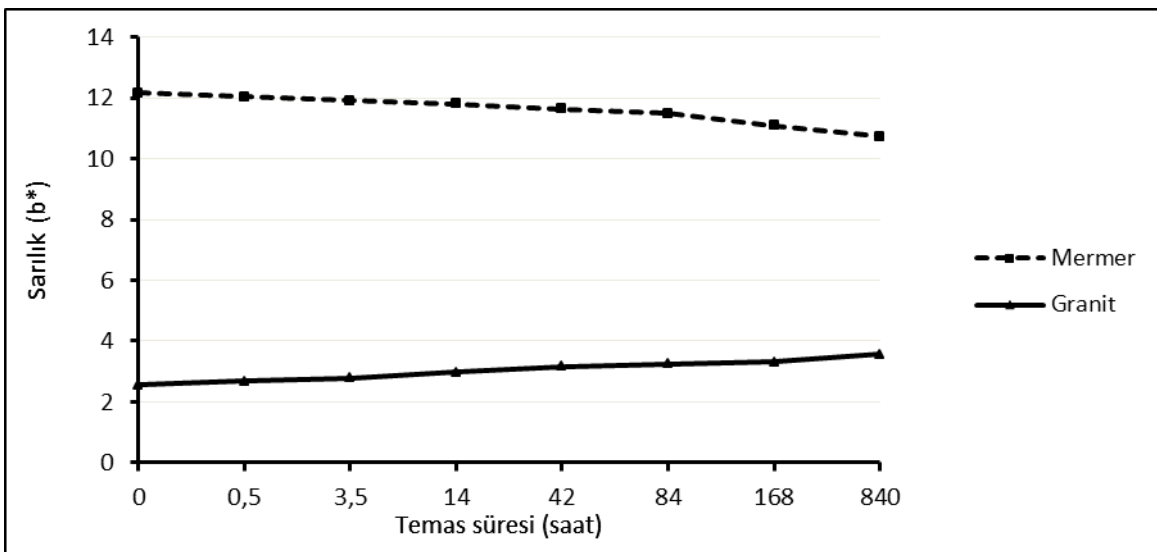
Şekil 4.62 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kireç çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Kireç çözücü kimyasalının üç farklı derişimleri, mermer ve granit numune yüzeylerine uygulanmış olup, yüzey sarılık (b^*)/ mavilik ($-b^*$) değerleri Şekil 4.63 ve Şekil 4.64’ deki grafiklerde gösterilmiştir. Grafiklerde görüldüğü üzere, kimyasalının derişimi ve maruziyet süreleri arttıkça mermerin yüzey sarılık değeri azalmış ve granitinde yüzey sarılık değeri artmıştır. Bej mermerin orijinalinde yüzey sarılık değeri 12,17 iken, kireç

      kimyasalının derişimi ve temas süresi arttı a yüzey sarılık değerinin azaldığı, %100 derişimde 840 saat teması sonucu yüzey sarılık değeri 10,73'e düşmüştür. Aksaray Yaylak Granitin orijinalinde 2,56 olan yüzey sarılık değeri, kireç       kimyasalının derişimi ve temas süresi arttı a yüzey sarılık değerinin arttığı, %100 derişim 840 saat teması sonucu yüzey sarılık değeri 3,57'e yükselmiştir. Bunun sebebi de; nitrik asitin mermerdeki kalsiyum karbonatla, granitte de demiroksit bileşenleriyle tepkimeye girip reaksiyon göstermesi söylenebilir (Gökaltun 2010).

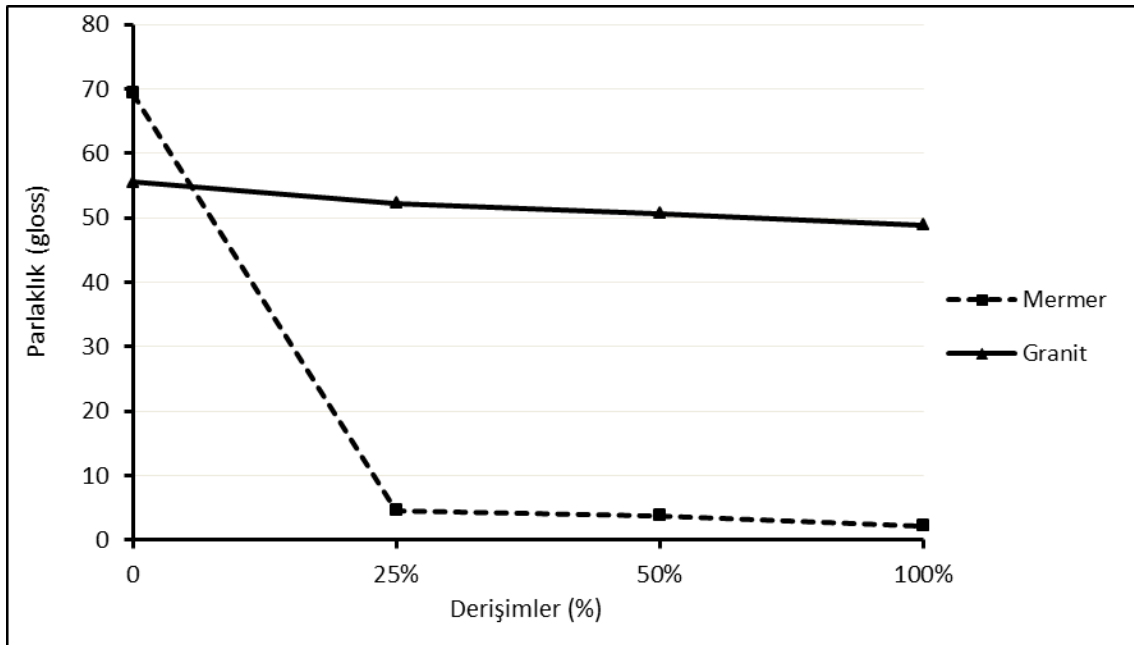


şekil 4.63 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç       kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

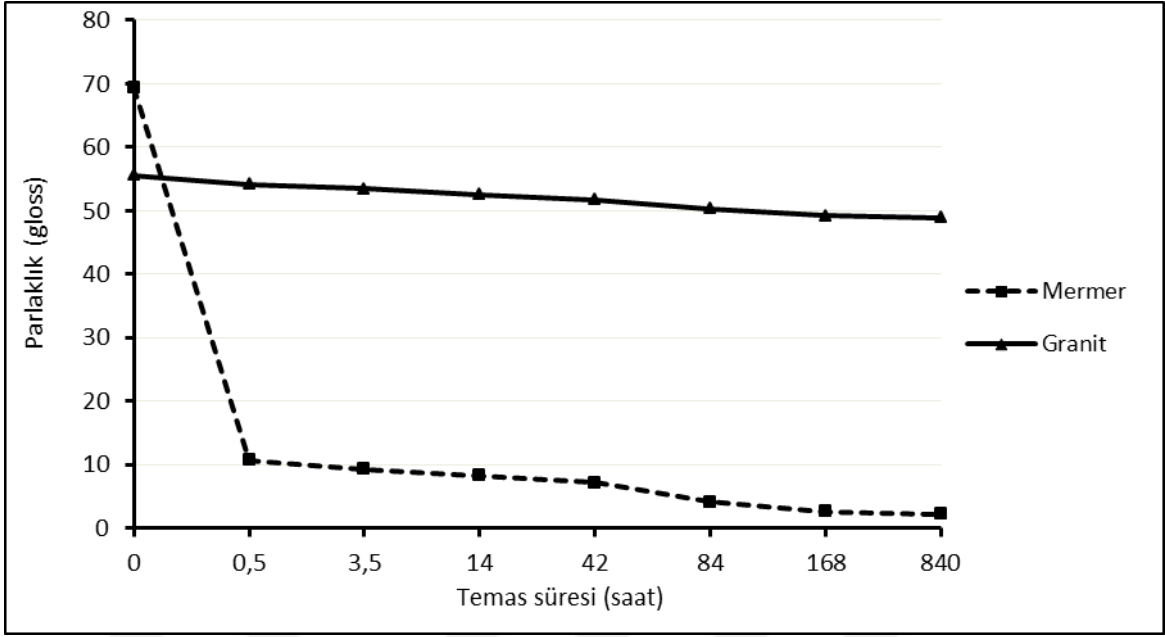


şekil 4.64 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kireç       kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Şekil 4.65 ve Şekil 4.66’ daki grafiklere bakıldığında; numunelerine temas ettirilen kireç çözücü kimyasalının derişimi ve maruz kalma süreleri arttıkça mermer numunesinin yüzey parlaklığı yüksek oranda azaldığı, granit numunesinin parlaklığı ise sınırlı oranlarda azaldığı görülmektedir. Mermerin orijinalinde parlaklık değeri 69,4 gloss iken, kireç çözücünün en düşük derişiminde bile (%25), 840 saat maruziyetinden sonra parlaklık değeri ani olarak düşmekte ve parlaklığı 4,6 gloss olmaktadır. Granit numunesinin orijinalinde parlaklık değeri 55,6 gloss iken, kireç çözücü kimyasalının derişimi ve numuneye maruz kalma süreleri artışına paralel olarak parlaklık değeri sınırlı oranlarda azalmış ve %100 derişimde 840 saat sabit süreyle (en uzun temas süresi/en yüksek derişim) maruz kaldıktan sonra parlaklık değeri 48,9 gloss’a düşmüştür. Bunun sebebi ise, kireç çözücünün içerdiği HNO_3 mermerin kalsiyum karbonat bileşiği ile reaksiyonu sonucu yüzey erozyonunun gerçekleştiği, granitinde demir oksit bileşenleriyle tepkime sonrası aşınma gerçekleştiği söylenebilir. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar bulunmuş olup, kireç çözücü temizlik kimyasalı doğal taş yüzeylerinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda parlaklık kaybı incelenmiştir. Kireç çözücü kimyasalının mermerde parlaklık kaybı yüksek oranlara ulaştığını, granitlerde ise sınırlı oranlarda kaldığını ifade etmiştir.

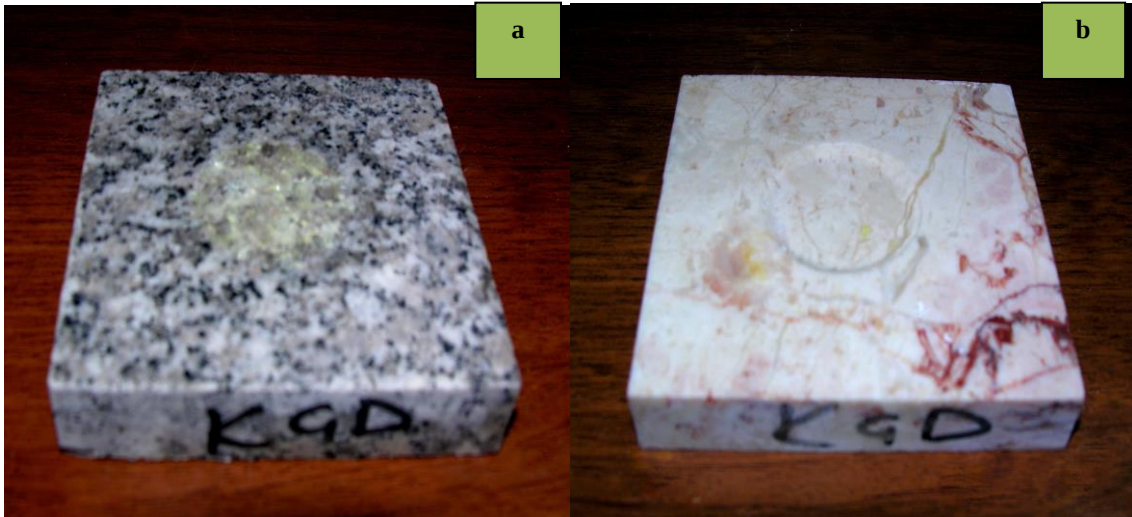


Şekil 4.65 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kireç çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.



Şekil 4.66 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kireç çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.

Yukarıdaki grafiklerde, kireç çözücü kimyasalının (HNO_3) farklı derişim ve sürelerde granit ve mermer numunesi yüzeyine yaptığı etkiler ortaya konulmuştur. Numunelerde gerçekleşen deformasyon ve karakteristik eğilimler yakın çekim fotoğraflarla Şekil 4.67’ de sunulmuştur. Bu fotoğraflar kimyasalın numune yüzeyine en fazla etki ettiği süre/derişim dikkate alınarak konulmuştur (840 saat/%100 derişim).

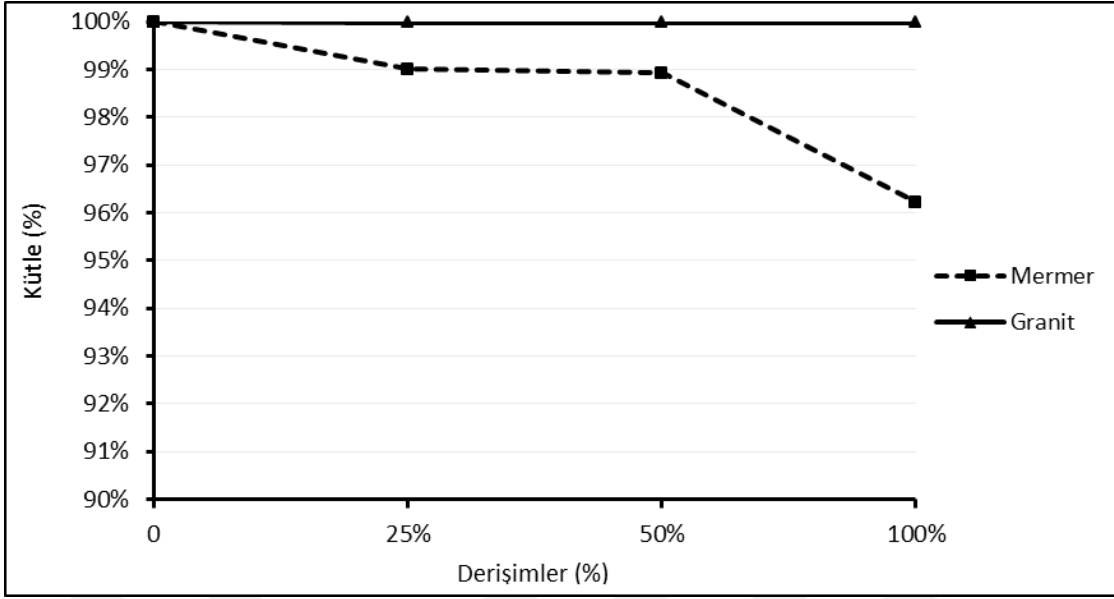


Şekil 4.67 840 saat süre boyunca %100 derişimli kireç çözücü kimyasalına temas eden granit numunesi (a); 840 saat süre boyunca %100 derişimli kireç çözücü kimyasalına temas eden mermer numunesi (b).

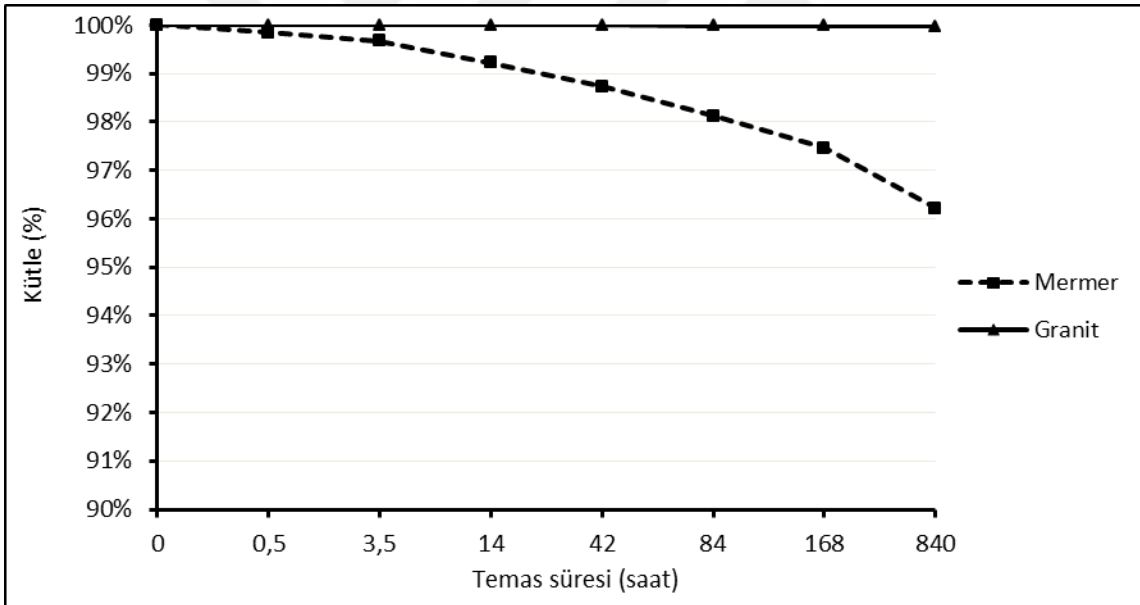
4.6.1.3 Kezzap Kimyasalının Etkisi

Şekil 4.68 ve Şekil 4.69’ daki grafikte, mermer ve granit numune yüzeylerine kezzap kimyasalının üç farklı derişimini yedi farklı sürelerde maruziyetinden önceki ve sonraki kütle kayıp oranları gösterilmiştir. Grafiklerden görüleceği üzere, kezzap kimyasalının derişimi arttıkça mermer numunesinin kütle kaybı yüksek oranda oluşmuş, granit numunesinin kütlelerinde ise belirgin bir değişiklik meydana gelmemiştir. Bunun sebebi ise; kezzap kimyasalının bünyesindeki nitrik asitin, kalsiyum karbonatlı yapıya sahip mermer numunesini dekonpoze ettiği için doğal olarak erime kaybına yol açtığı söylenebilir. Granit numunesi güçlü karakter yapısına (kuvars, feldspat vs.) sahip olduğu için dekonpoze görülmemiştir. Kezzap kimyasalının mermer yüzeyine (840 saat) % 25 derişimdeki maruziyetinde erime kaybı toplam ağırlığının % 0,99, %50 derişimde % 1,07, %100 derişimde ise % 3,88 olduğu saptanmıştır. Granit numunesinde ise, % 100 derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonrası kütle kaybı oranı toplam ağırlığının (minimal bir seviyede) % 0,02’ sidir. Granitin bu kütle kaybı yok denecek kadar azdır. Literatür çalışmalarında ise şöyle ifadeler mevcuttur: Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup, temizlik kimyasalları doğal taşların yüzeylerinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda erime kaybı incelenmiştir. Tuz ruhu, kireç çözücü gibi kimyasalların mermerde erime kaybı yüksek oranlara ulaştığını, granitlerde ise sınırlı oranlarda kaldığını ifade etmiştir.

NOx’lerin oksidasyon ürünü olan ve fotokimyasal olarak üretilen nitrik asitin mermer ve kalkerli taşlara yaptığı etkiyi inceleyen labaratuvar çalışmaları; HNO₃’ün diğer nitratlar ve azot içeren kirleticilerden daha saldırgan olduğunu göstermiştir. Nitrik asit taşın yoğunluğuna ve sertliğine göre etkisini gösterir. Sert ve yoğun taşlarda etkisi daha azdır. Sedimanter kayaçlarını, metamorfik ve magmatik kayaçlarına göre daha fazla etkiler. Bu da fotokimyasal kirlilikten etkilenen şehirlerde nitrik asitin (HNO₃) anıtların bozunumuna neden olan önemli bir kirletici olduğu anlamına gelmektedir (Sikiotis and Kirkitsos 1994, Tecer 2005, Benedetti *et al.* 2008).

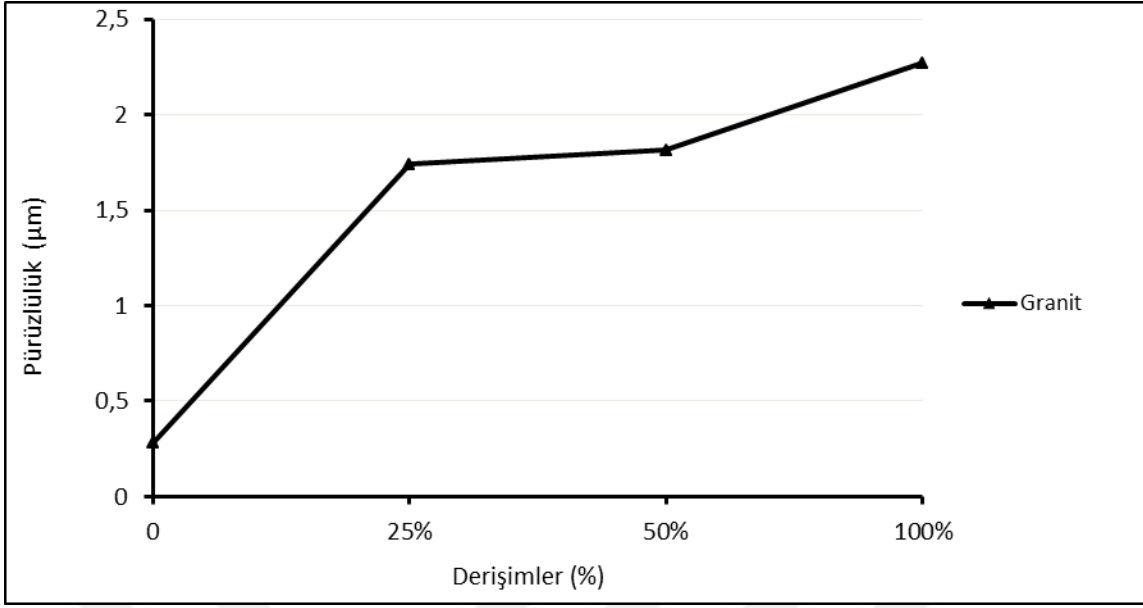


Şekil 4.68 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.



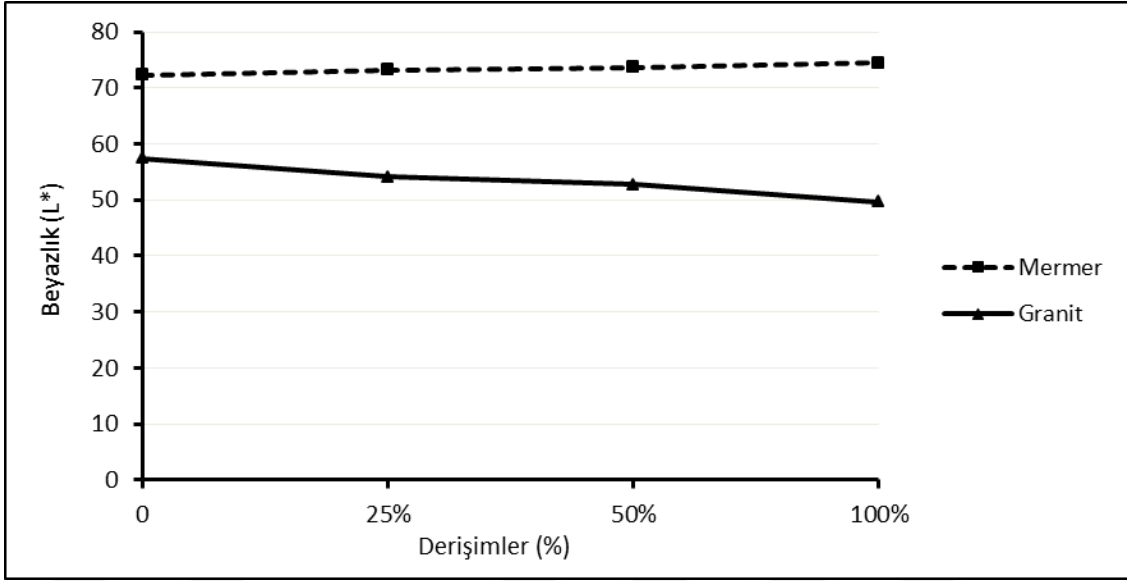
Şekil 4.69 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

Kezzap kimyasalının üç farklı derişimleri mermer ve granit yüzeyine uygulanmıştır. Kimyasalın mermerdeki kalsiyum karbonatla tepkime vermesi sonucu yüzeyi aşınarak ortalama 9 mm oyukluk oluşturmuştur (bkz. Şekil 4.7). Bu sebepten dolayı pürüzlülük değeri ölçülememiştir. Granitte ise, orjinalinde 0,279 μm olan yüzey pürüzlülüğü %100 derişimli kezzap kimyasalının 840 saat teması sonrasında yüzey deformasyona uğrayarak 2,271 μm ' ye yükselmiştir (Şekil 4.70).

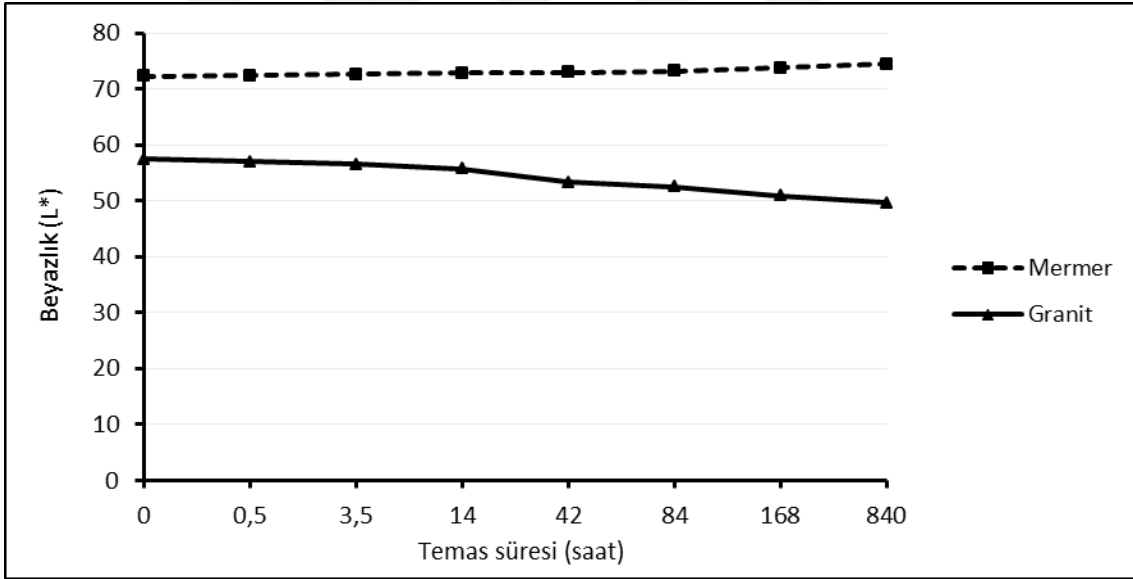


Şekil 4.70 Granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Kezzap kimyasalının üç farklı derişimleri, mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmış olup, numunelerin yüzey beyazlık değerleri (L^*) Şekil 4.71 ve Şekil 4.72’deki grafiklerde gösterilmiştir. Grafiklerde görüldüğü üzere, kezzap kimyasalının derişimi ve yüzeye maruz kalma süresi arttıkça mermer numunesinin yüzey beyazlığı artmış, granit numunesinin yüzey beyazlığı azalmıştır. Bunun sebebi de; kezzap kimyasalının bünyesindeki nitrik asit, mermerdeki kalsiyum karbonatla reaksiyon göstermesi söylenebilir. Mermerin orijinalindeki yüzey beyazlık değeri %72,31 iken, kezzap kimyasalının derişimi ve maruziyet süreleri arttıkça beyazlık oranı sınırlı oranlarda artmış olup, %100 derişimdeki kezzap kimyasalının 840 saat (en uzun temas süresi/en yüksek derişim) teması sonrasında yüzey beyazlığı %74,46’e yükselmiştir. Granit numunesinde ise, orijinalinde yüzey beyazlık değeri %57,44 iken, kezzap kimyasalının derişimi ve maruziyet sürelerinin artışına paralel olarak beyazlık oranı azalmış ve %100 derişimdeki kezzap kimyasalının 840 saat teması sonrasında yüzey beyazlığı %49,67’e azalmıştır. Sebebi ise, kezzap kimyasalının (HNO_3) granit içeriğindeki demir oksitbileşenleriyle reaksiyon gösterip, yüzeysel erozyona sebebiyet vermesi söylenebilir (Gökaltun 2010).



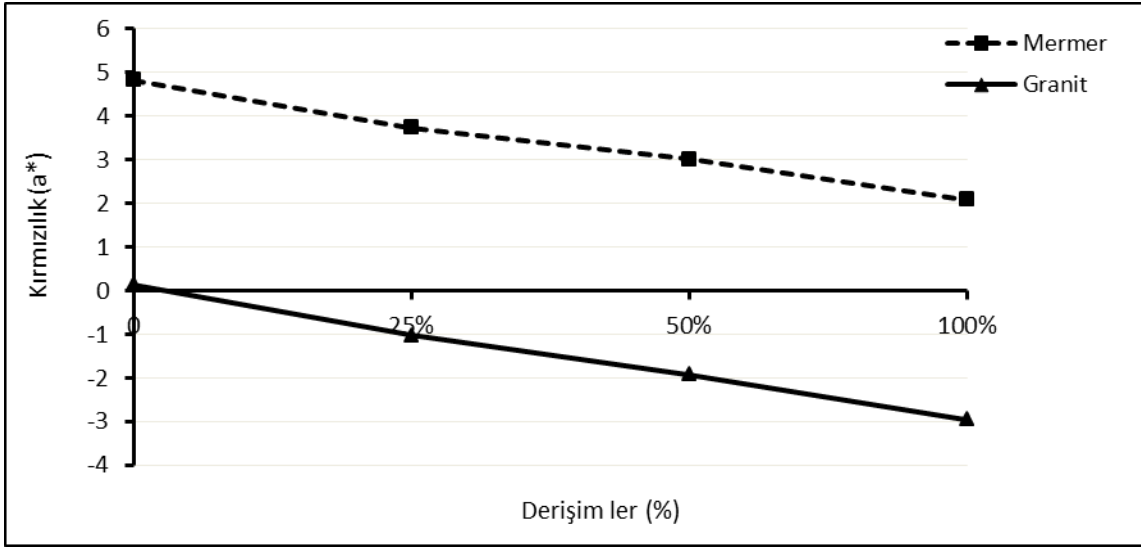
Şekil 4.71 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.



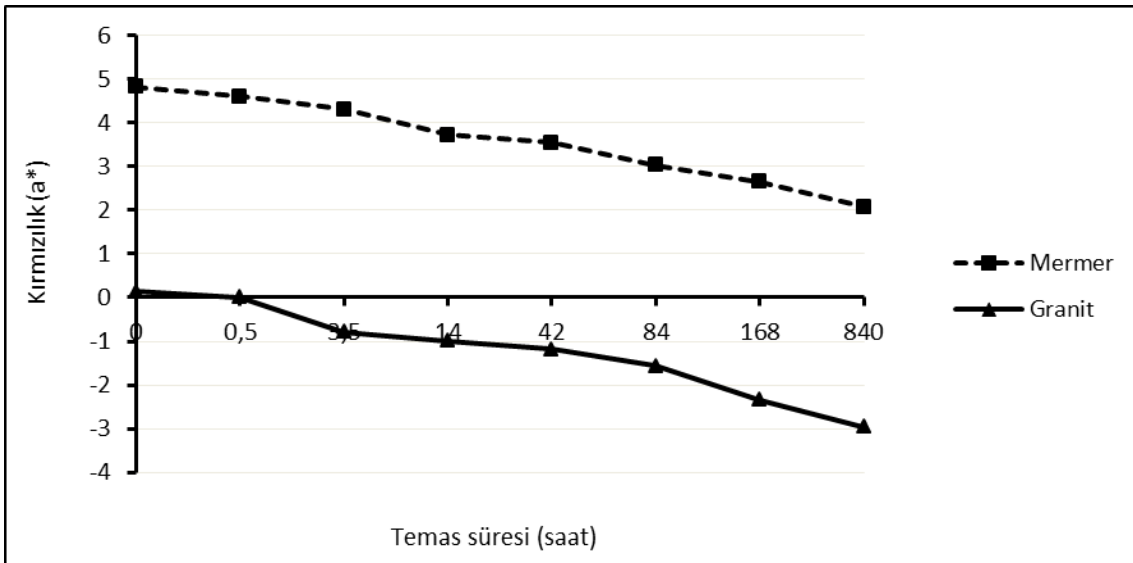
Şekil 4.72 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Kezzap kimyasalının mermer ve granit yüzeyine maruziyetinden önceki ve sonraki yüzey kırmızılık/yeşillik değerleri Şekil 4.73 ve 4.74’ de gösterilmiştir. Grafiklerde görüldüğü üzere, kimyasalının derişimi ve maruz kalma süreleri arttıkça mermer numunesinde kırmızılık değeri azalmış, granit numunesinde de yüzey yeşillik değeri artmıştır. Mermer numunesinin orijinalinde yüzey kırmızılık değeri 4,82 iken, kezzap kimyasalın derişimi ve maruz kalma süresi artışına paralel olarak azalma meydana

gelmiş ve %100 derişimde 840 saat maruziyet sonrasında (en uzun maruziyet süresi/en yüksek derişim) yüzey kırmızılık değeri 2,08'e düşmüştür. Granit numunesinin orijinalinde yüzey kırmızılık değeri 0,14 iken, kezzap kimyasalın derişimi ve maruz kalma süresi artışına paralel olarak azalmış, %100 derişimde 840 saat maruziyet sonrasında yüzey kırmızılık değeri -2,96'ya düşmüştür. Bunun sebebi de; nitrik asitin (HNO_3) mermerdeki kalsiyum karbonatla, granitte de demiroksit bileşenleriyle tepkimeye girip reaksiyon göstermesi söylenebilir (Gökaltun 2010).

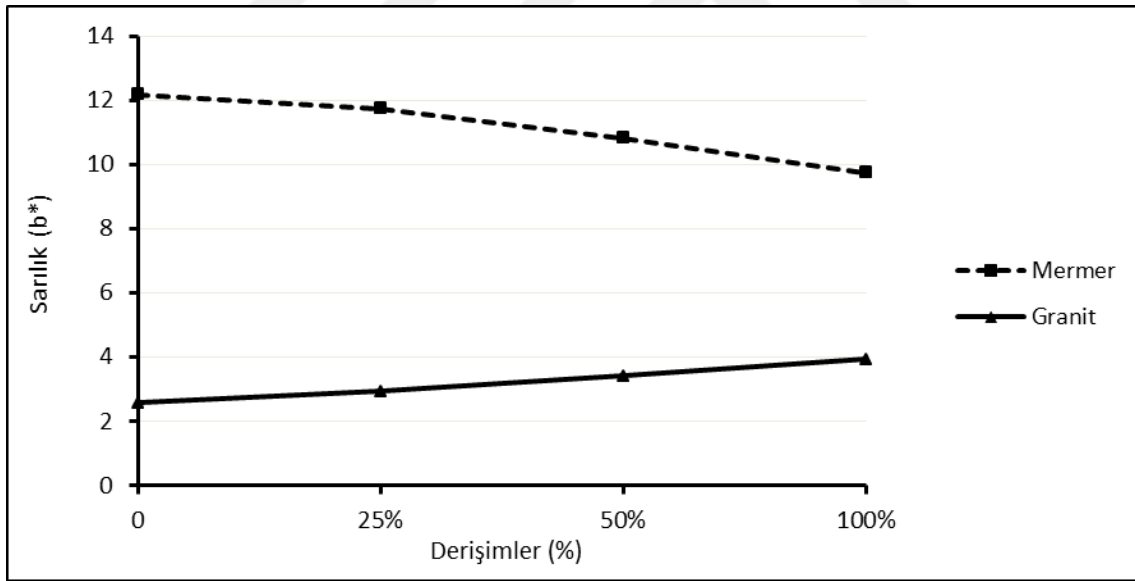


Şekil 4.73 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

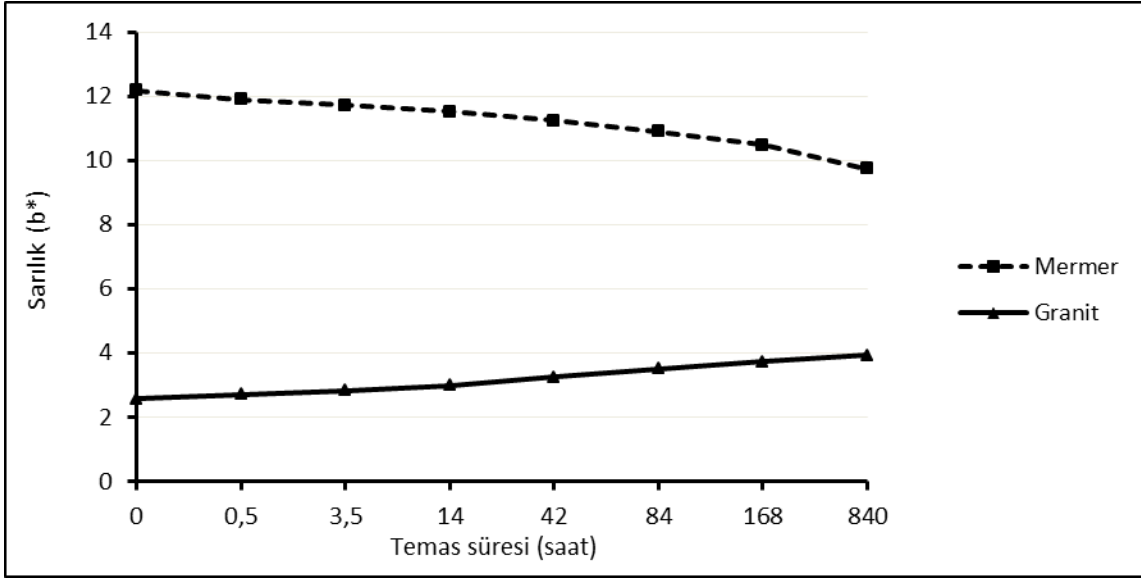


Şekil 4.74 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Kezzap kimyasalının üç farklı derişimleri (%25-%50-%100), mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmış olup, numunelerin yüzey sarılık (b^*) ve mavilik değerleri ($-b^*$) Şekil 4.75 ve Şekil 4.76’ daki grafiklerde gösterilmiştir. Grafiklerden görüldüğü üzere, kimyasalın derişimi ve yüzeye maruziyet süreleri arttıkça mermer numunesinde sarılık değeri azalmış, granit numunesinde de yüzey sarılık değeri artmıştır. Bej mermerin orijinalinde yüzey sarılık değeri 12,17 iken, kezzap kimyasalının derişimi ve temas süresi arttıkça yüzey sarılık değerinin de azaldığı ve %100 derişimde 840 saat (en uzun maruziyet süresi/en yüksek derişim) teması sonucu yüzey sarılık değeri 9,73’e düşmüştür. Aksaray Yaylak Granitin orijinalinde yüzey sarılık değeri 2,56 iken, kezzap kimyasalının derişimi ve temas süresi arttıkça yüzey sarılık değerinin arttığı, %100 derişim 840 saat (en uzun maruziyet süresi/en yüksek derişim) teması sonucu yüzey sarılık değeri 3,93’e yükselmiştir. Bunun sebebi de; nitrik asitin mermerdeki kalsiyum karbonatla, granitinde demiroksit bileşenleriyle tepkimeye girip reaksiyon göstermesi söylenebilir (Gökaltun 2010).



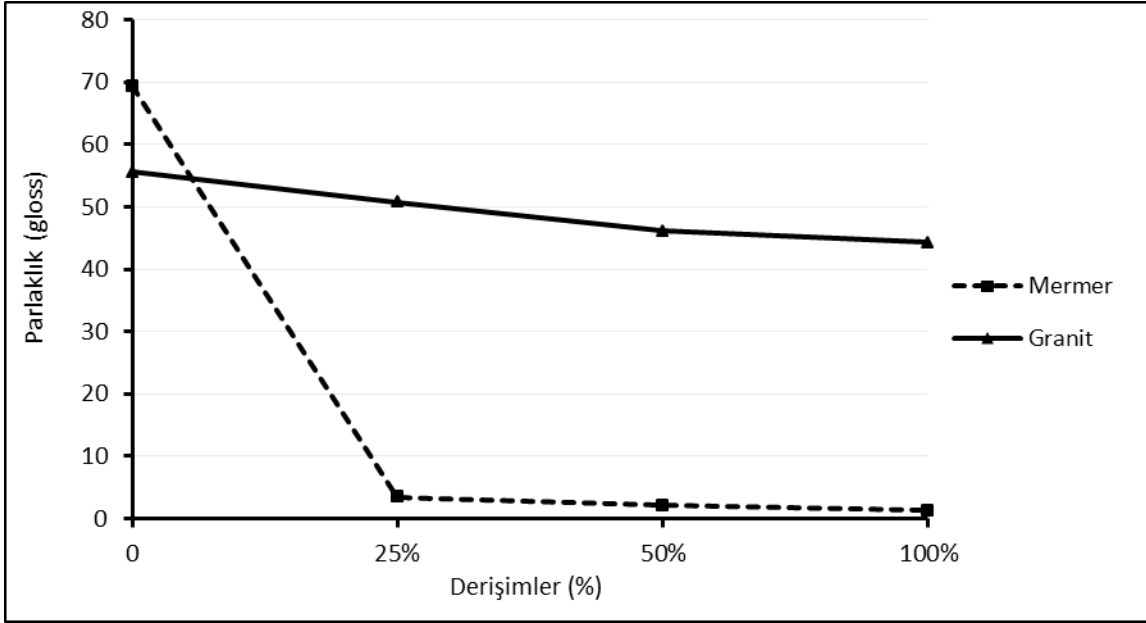
Şekil 4.75 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.



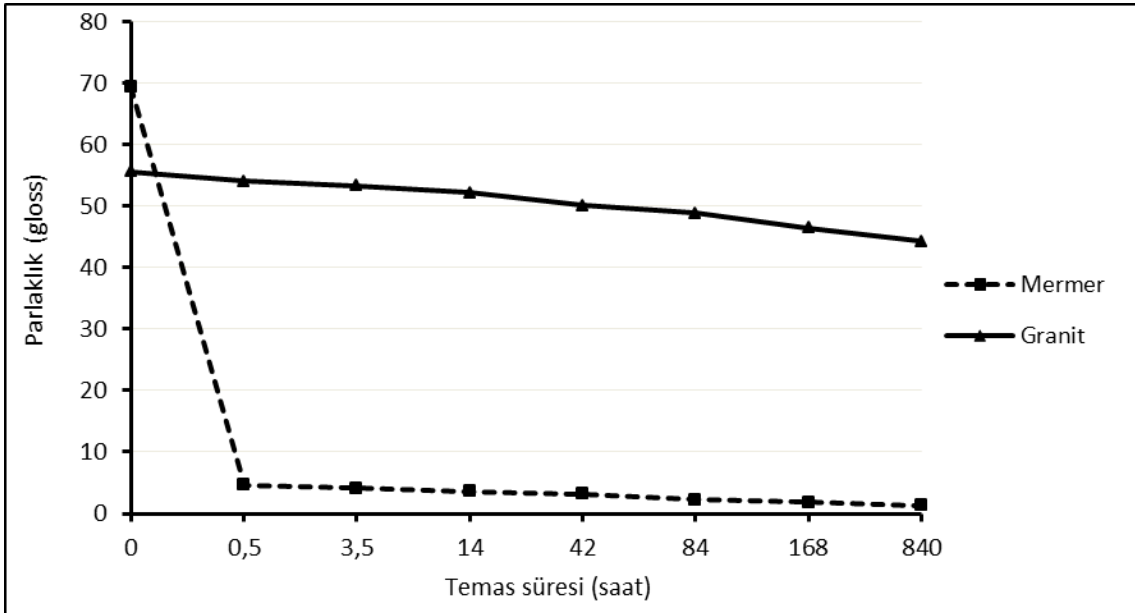
Şekil 4.76 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Şekil 4.77 ve Şekil 4.78’ deki grafiklere bakıldığında; numunelerine temas ettirilen kezzap kimyasalının derişimi ve maruz kalma süreleri arttıkça mermer numunesinin parlaklığı yüksek oranlarda azaldığı, granit numunesinin parlaklığı ise düşük seviyelerde azaldığı görülmektedir. Mermerin orijinalinde parlaklık değeri 69,4 gloss iken, kezzap kimyasalının en düşük derişiminde (%25) bile, 840 saat sabit süreyle temas ettirildikten sonra hızlıca düşmekte ve parlaklık değeri 3,4 gloss olmaktadır. Granit numunesinin orijinalinde parlaklık değeri 55,6 gloss iken, kezzap kimyasalının derişimine ve numuneye maruz kalma süreleri arttıkça parlaklık değeri düşük seviyelerde azalmış ve %100 derişimde 840 saat sabit süreyle (en uzun temas süresi/en yüksek derişim) maruz kaldıktan sonra parlaklık değeri 44,3 gloss’a düşmüştür. Bunun sebebi ise, kezzap kimyasalının içerdiği HNO_3 ’ ün; mermerin kalsiyum karbonat, granitinde demir oksit bileşikleriyle reaksiyon vermesi sonucu deformasyon gerçekleşmiş ve dolayısıyla numunelerin yüzey parlaklığını azaltmıştır. Literatürde ise, Gökaltun (2005) tarafından yapılan çalışmada, mermer çeşitlerini atmosferik ortama (yağmur, kar vb.) serbest bırakmış ve beş aylık süre sonunda yüzey parlaklık kaybını incelemiştir. Atmosferik faktörlerin mermer ve traverten örnekleri üzerinde parlaklık değerlerinde değişen oranlarda kayıplar meydana gelirken, granit örneklerinde ise parlaklık değeri kaybı oldukça minimum düzeylerde kaldığı ifade edilmiştir. Yine Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup,

temizlik kimyasalları doğal taşların yüzeylerinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda parlaklık kaybı incelenmiştir. Tuz ruhu, kireç çözücü kimyasalların mermerde parlaklık kaybı yüksek oranlara ulaştığını, granitlerde ise sınırlı oranlarda kaldığını ifade etmiştir.

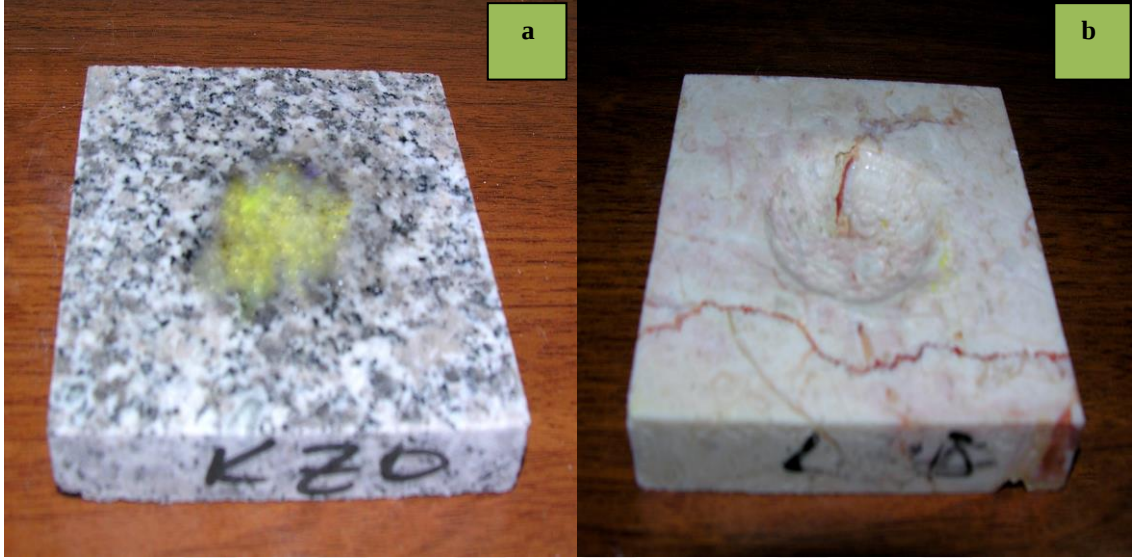


Şekil 4.77 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli kezzap kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.



Şekil 4.78 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli kezzap kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.

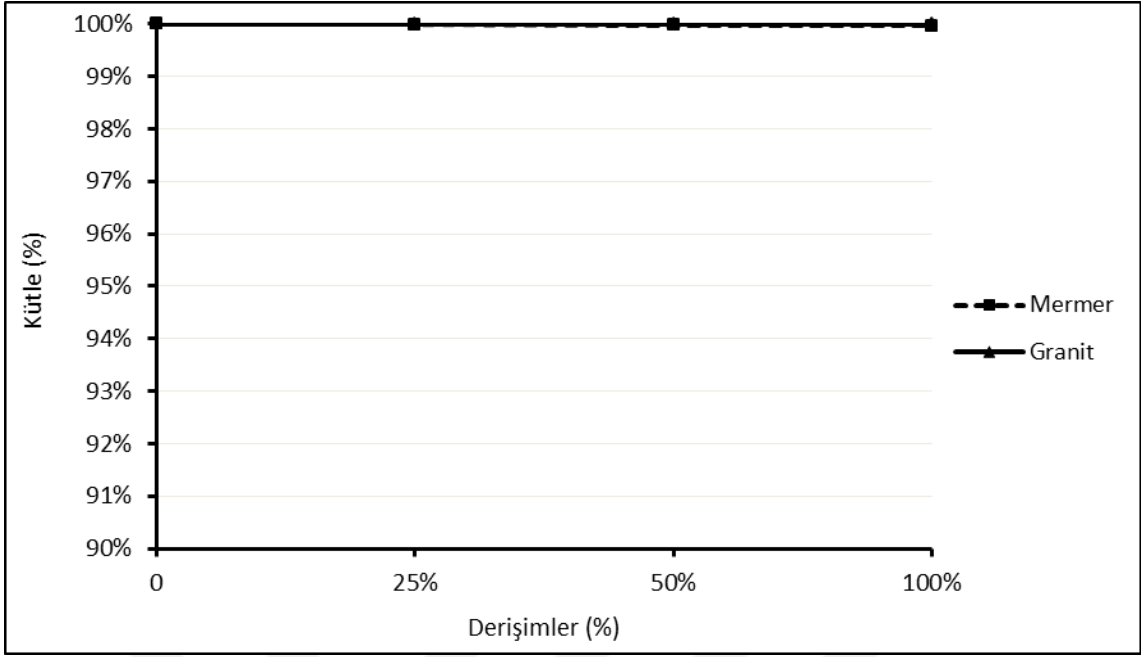
Yukarıdaki grafiklerde, kezzap (HNO_3) farklı derişim ve sürelerde granit ve mermer numunesi yüzeyine yaptığı etkiler ortaya konulmuştur. Numunelerde gerçekleşen deformasyon ve karakteristik eğilimler yakın çekim fotoğraflarla Şekil 4.79’ da sunulmuştur. Bu fotoğraflar kimyasalın numune yüzeyine en fazla etki ettiği süre/derişim dikkate alınarak konulmuştur (840 saat/%100 derişim).



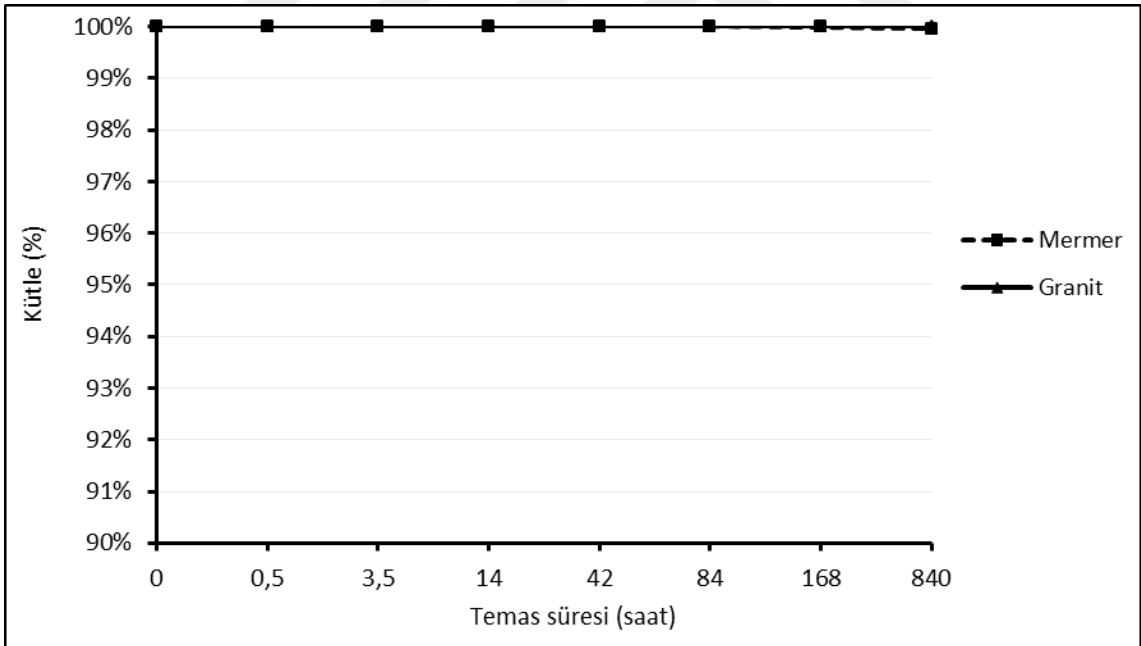
Şekil 4.79 840 saat süre boyunca %100 derişimli kezzap kimyasalına temas eden granit numunesi (a); 840 saat süre boyunca %100 derişimli kezzap kimyasalına temas eden mermer numunesi(b).

4.6.1.4 Tiner Kimyasalının Etkisi

Şekil 4.80 ve Şekil 4.81’ deki grafikte, mermer ve granit numune yüzeylerine tiner kimyasalının üç farklı derişimi yedi farklı sürelerde uygulanmasından sonraki erime kaybı oranları gösterilmiştir. Grafiklerden görüleceği üzere; tiner kimyasalını derişim ve temas süresine göre incelendiğinde, mermer ve granit numunesinde belirgin bir ağırlık kaybı yaşanmamıştır. Bunun sebebi de tiner kimyasalı, bünyesindeki white sprit ve diğer bileşenlerinden dolayı düşük asidik karaktere sahip olduğu için, mermer ve granit numunesinde önemli bir değişiklik meydana getirmemiştir.



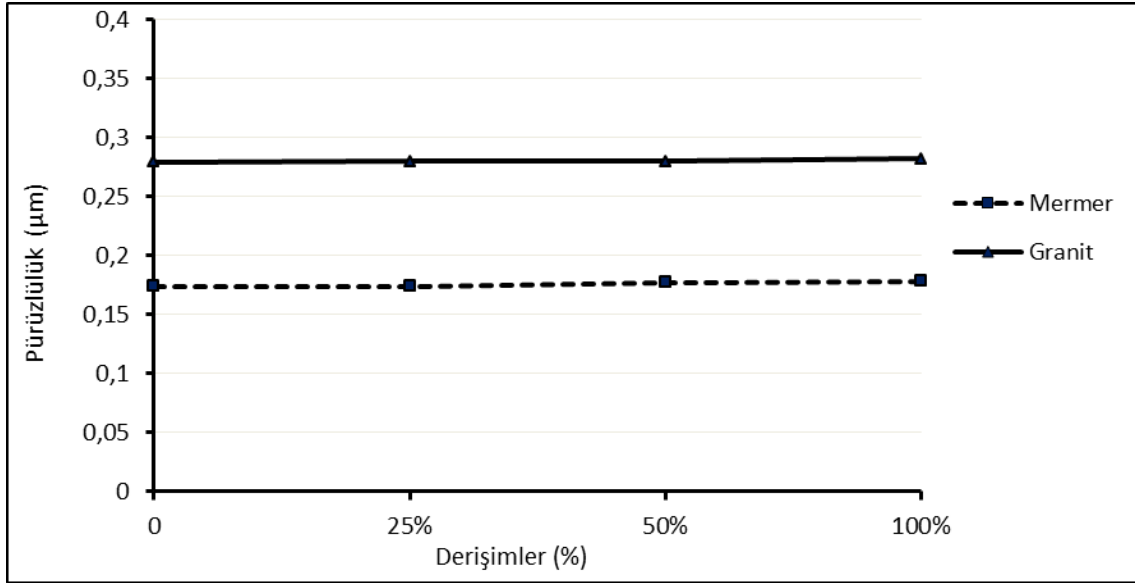
Şekil 4.80 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.



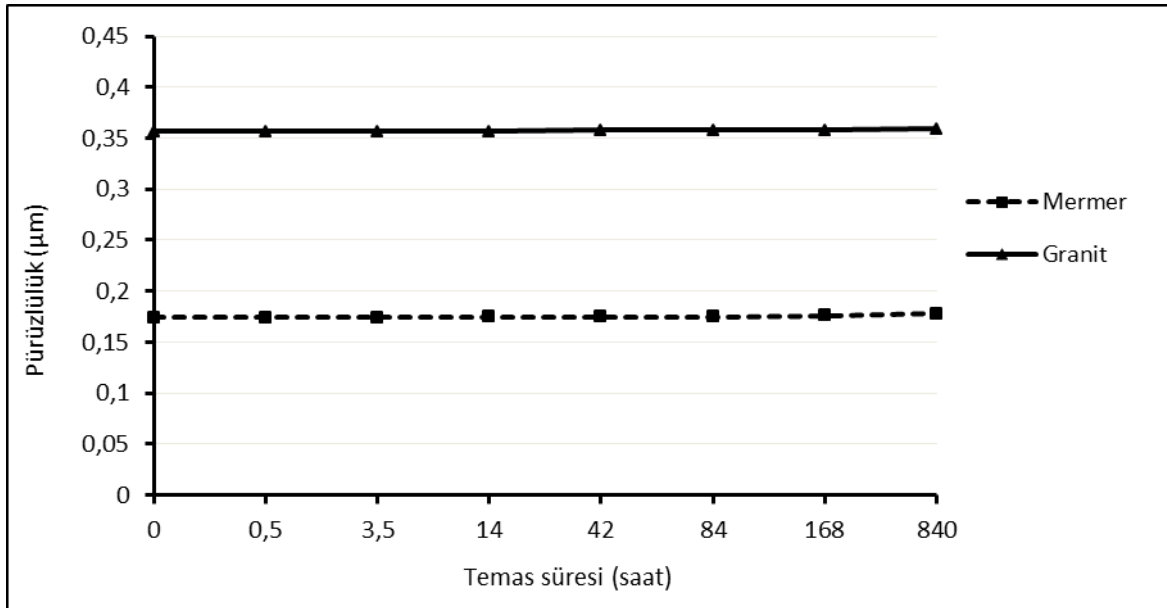
Şekil 4.81 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

Tiner kimyasalının, üç farklı derişimlerini yedi farklı sürelerde mermer ve granit yüzeyine uygulanması sonucu, yüzey pürüzlülük değerleri Şekil 4.82 ve Şekil 4.83’deki grafiklerde gösterilmiştir. Grafikten görüleceği üzere, tiner kimyasalının

uygulanması sonucu, mermerde yüzey pürüzlülüğü az miktarda artmış, granit numunesinde ise belirgin bir etki meydana gelmemiştir. Mermerin orijinalinde 0,174 μm olan yüzey pürüzlülüğü, tiner kimyasalının derişimi ve maruz kalma süreleri arttıkça pürüzlülük değeri de minimal seviyede artmış ve %100 derişimli tinerin 840 saat maruziyetinden sonra yüzey pürüzlülüğü 0,178 μm olmuştur.

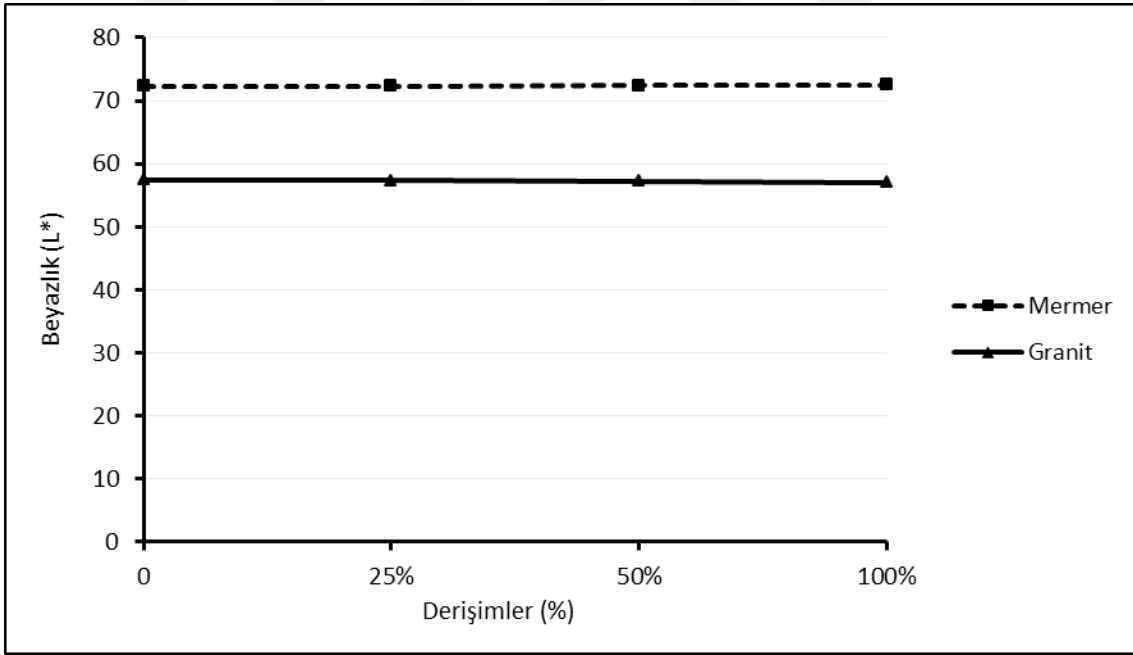


Şekil 4.82 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

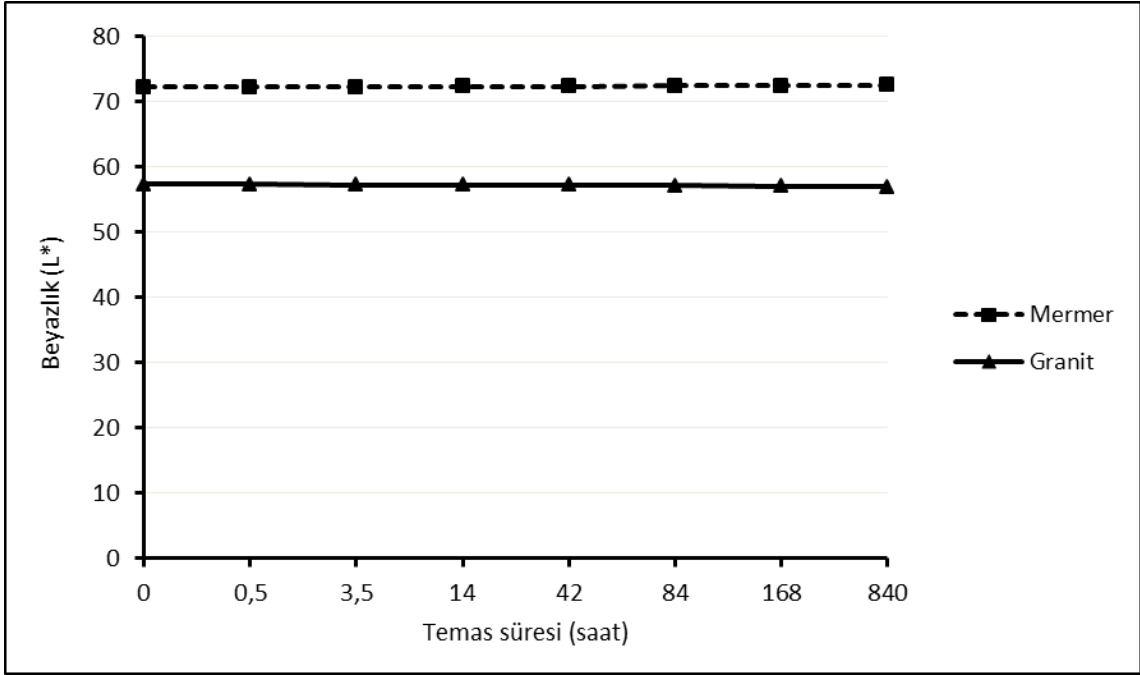


Şekil 4.83 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Tiner kimyasalının üç farklı derişimleri, mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmış olup, yüzey beyazlık değeri (L^*) Şekil 4.84 ve Şekil 4.85’ deki grafiklerde gösterilmiştir. Tiner kimyasalının derişimi ve numune yüzeyine temas süresi arttıkça, mermer ve granit numunesi yüzeyinde minimal seviyelerde azalma olmuştur. Mermerin orijinalinde %72,31 olan yüzey beyazlık değeri, tinerin derişim ve maruziyet sürelerinin artışına paralel olarak mikro düzeyde artış olmuş ve kimyasalın %100 derişiminde 840 saat teması sonrası mermer yüzey beyazlığı %72,55’e yükselmiştir. Granit orijinalinde %57,44 olan yüzey beyazlığı, tinerin derişim ve maruziyet sürelerinin artışına paralel olarak mikro düzeyde azalma olmuş ve kimyasalın %100 derişimdeki haliyle 840 saat temas ettirildikten sonra numune yüzey beyazlığı %57,02’a düşmüştür.

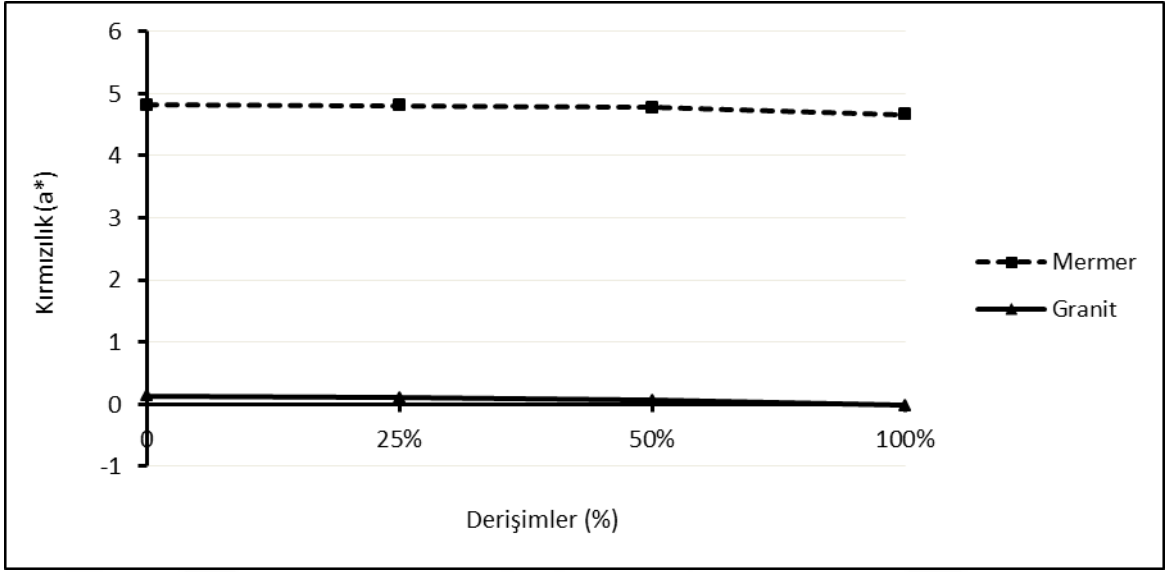


Şekil 4.84 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

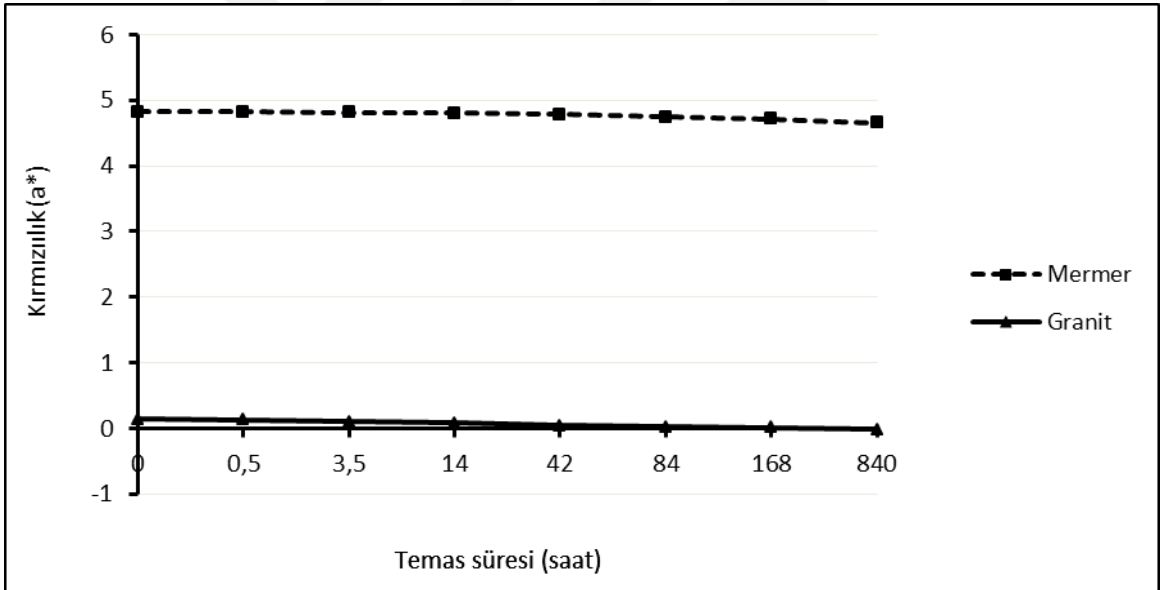


Şekil 4.85 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Tiner kimyasalının üç farklı derişimleri (%25-%50-%100), mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmış olup, yüzey kırmızılık değerleri (a^*) Şekil 4.86 ve Şekil 4.87'deki grafiklerde gösterilmiştir. Grafiklerde görüldüğü üzere, kimyasalının derişimi ve temas süresi arttıkça mermer ve granitin yüzey kırmızılık değeri düşük oranda azalmıştır. Mermerin orijinalinde 4,82 olan yüzey kırmızılık değeri, %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat (en uzun temas süresi) maruz kalmasından sonra yüzey kırmızılık değeri 4,66'a düşmüştür. Granitin orijinalinde 0,14 olan yüzey kırmızılığı, tinerin derişimi ve numune üzerinde temas süreleri arttıkça kırmızılık tonunda az miktarda azalmış ve %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat(en uzun temas süresi) maruz kalmasından sonra yüzey kırmızılık değeri -0,02' e düşmüştür. Bu değer sıfırın altına düştüğü için renk tonunda kırmızılıktan yeşile doğru kayma meydana gelmiştir. Bunun sebebi de; düşük asit karakterli tiner kimyasalının, mermerdeki kalsiyum karbonatla ve granit yapısında demiroksit bileşenleriyle azda olsa oksitlenme göstermesi söylenebilir (Gökaltun 2004).



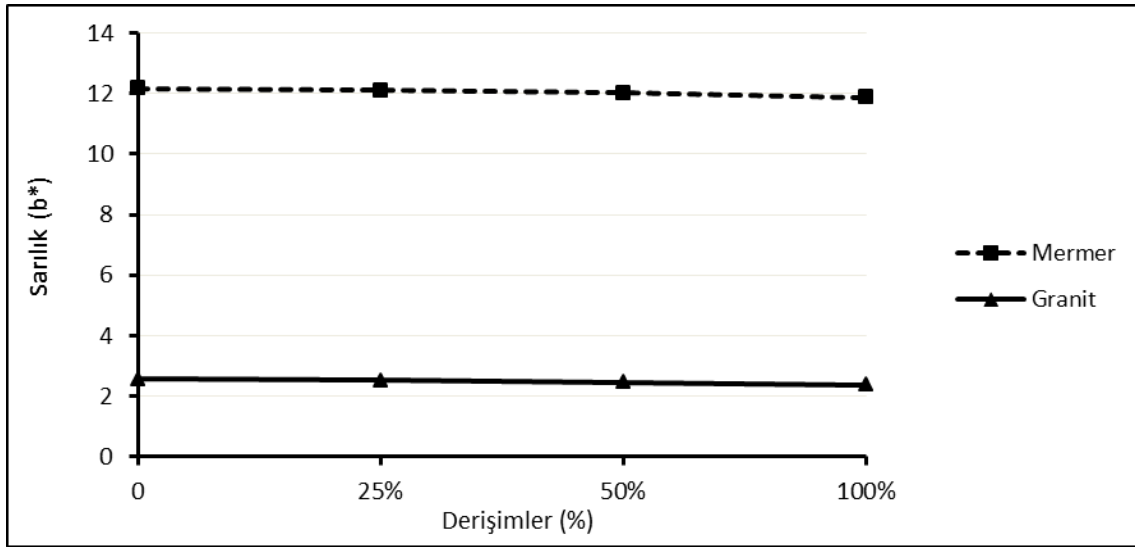
Şekil 4.86 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.



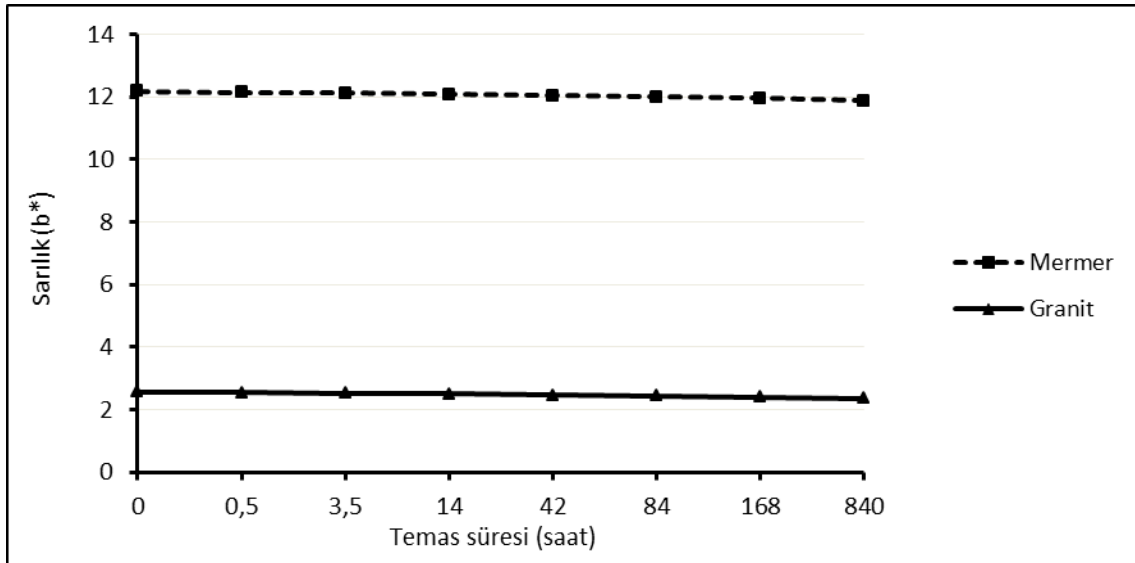
Şekil 4.87 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Tiner kimyasalının üç farklı derişimleri, mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmış olup, numunelerin yüzey sarılık değeri (b^*) Şekil 4.88 ve Şekil 4.89’ daki grafiklerde gösterilmiştir. Grafiklerden görüldüğü üzere, kimyasalının derişimi ve temas süresi arttıkça mermer ve granit numunesinde yüzey sarılık değeri az miktarda azalmıştır. Mermerin orijinalinde 12,17 olan yüzey sarılık değeri, kimyasalın derişimi ve maruziyet

süresinin artışına paralel olarak mikro düzeyde azalma göstermiş olup, kimyasalın %100 derişimdeki haliyle 840 saat maruziyetinden sonra yüzey sarılık değeri 11,87' e düşmüştür. Granitin orijinalinde 2,56 olan yüzey sarılık değeri, kimyasalın derişimi ve maruziyet sürelerinin artışına paralel olarak az miktarda azalma göstermiş olup, kimyasalın numuneye %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat (en uzun temas süresi) temas ettirildikten sonra yüzey sarılık değeri 2,37'ye düşmüştür. Görüldüğü üzere, mermer ve granit yüzeylerinde tiner kimyasalının belirgin bir etkisi olmamıştır.

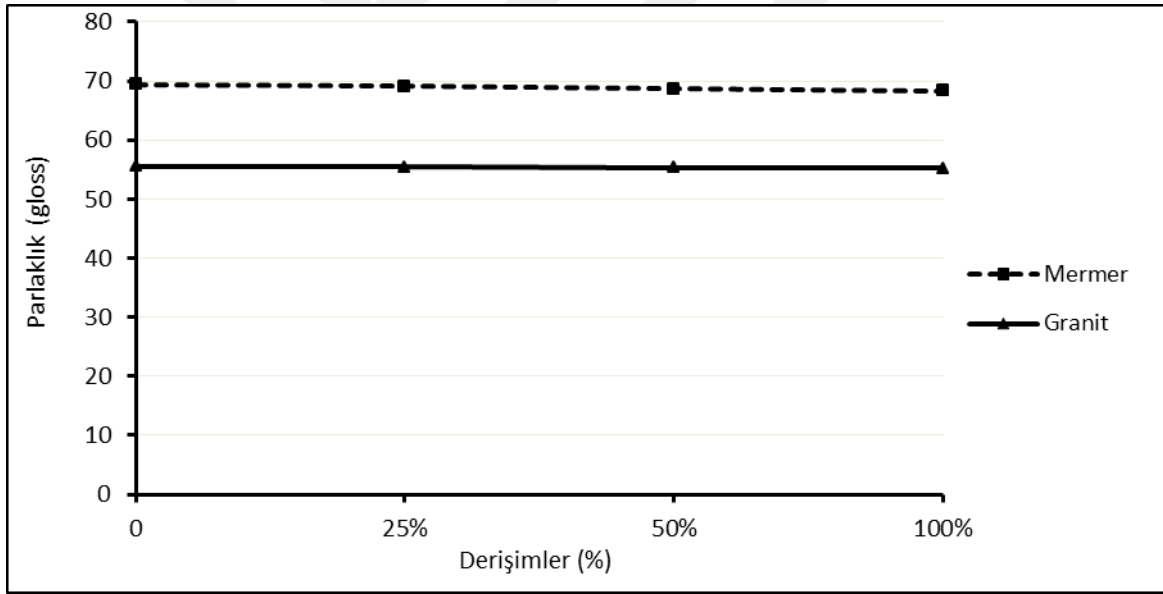


Şekil 4.88 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

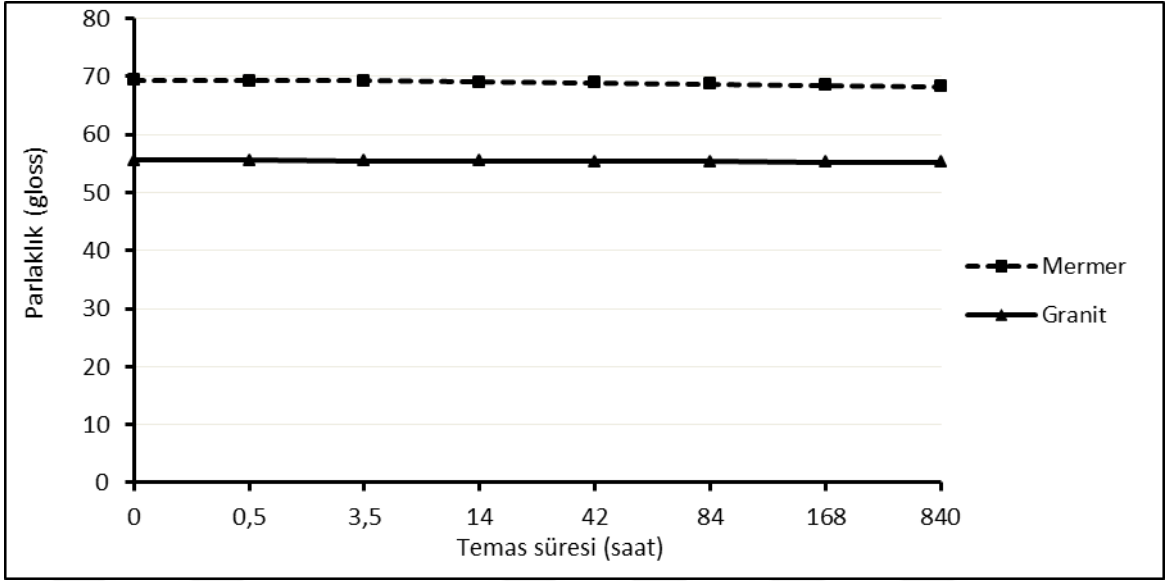


Şekil 4.89 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Şekil 4.90 ve Şekil 4.91’ deki grafiklerde görüldüğü üzere; temas süresine bağlı olarak yedi farklı zaman diliminde yapılan bu deneyde, tiner kimyasalının maruziyet süresi arttıkça, numunelerin yüzey parlaklık değerinde belirgin bir etki olmamıştır. Sebebi ise mermerdeki kalsiyum karbonat ve granitteki demir oksit bileşikleriyle tepkimasyonu düşük olduğu söylenebilir. Mermerin orijinalinde 69,4 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın derişim ve maruz kalma sürelerinin artışına paralel olarak minimal seviyede azalma meydana gelmiş olup, %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat (en uzun temas süresi) temas ettirildikten sonra 68,3 gloss’a düşmüştür. Granitin orijinalinde 55,6 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın derişim ve maruz kalma sürelerinin artışına paralel olarak minimal seviyede azalma meydana gelmiş olup, %100 derişimde (en fazla derişim) 840 saat (en uzun temas süresi) maruziyetinden sonra 55,2 gloss’a düşmüştür.

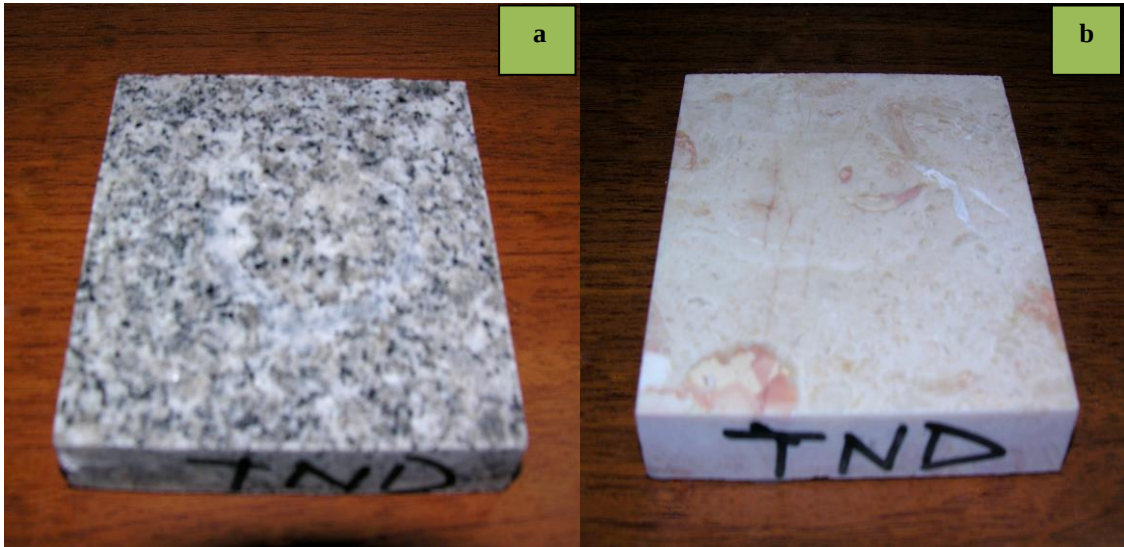


Şekil 4.90 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli tiner kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.



Şekil 4.91 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli tiner kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.

Yukarıdaki grafiklerde, tiner kimyasalının (Alifatik ve aromatik hidrokarbon) farklı derişim ve sürelerde granit ve mermer numunesi yüzeyine yaptığı etkiler ortaya konulmuştur. Numunelerde gerçekleşen deformasyon ve karakteristik eğilimler yakın çekim fotoğraflarla Şekil 4.92’ de sunulmuştur. Bu fotoğraflar kimyasalın numune yüzeyine en fazla etki ettiği süre/derişim dikkate alınarak konulmuştur (840 saat/%100 derişim).

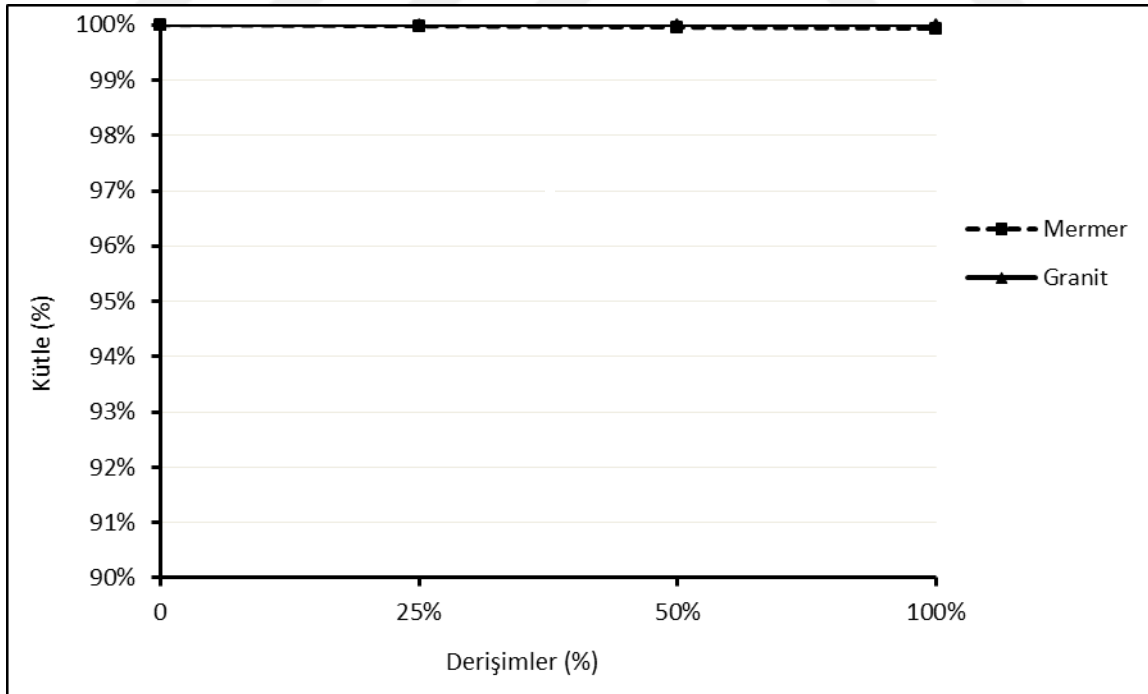


Şekil 4.92 840 saat süre boyunca %100 derişimli tiner kimyasalına temas eden granit numunesi (a); 840 saat süre boyunca %100 derişimli tiner kimyasalına temas eden mermer numunesi(b).

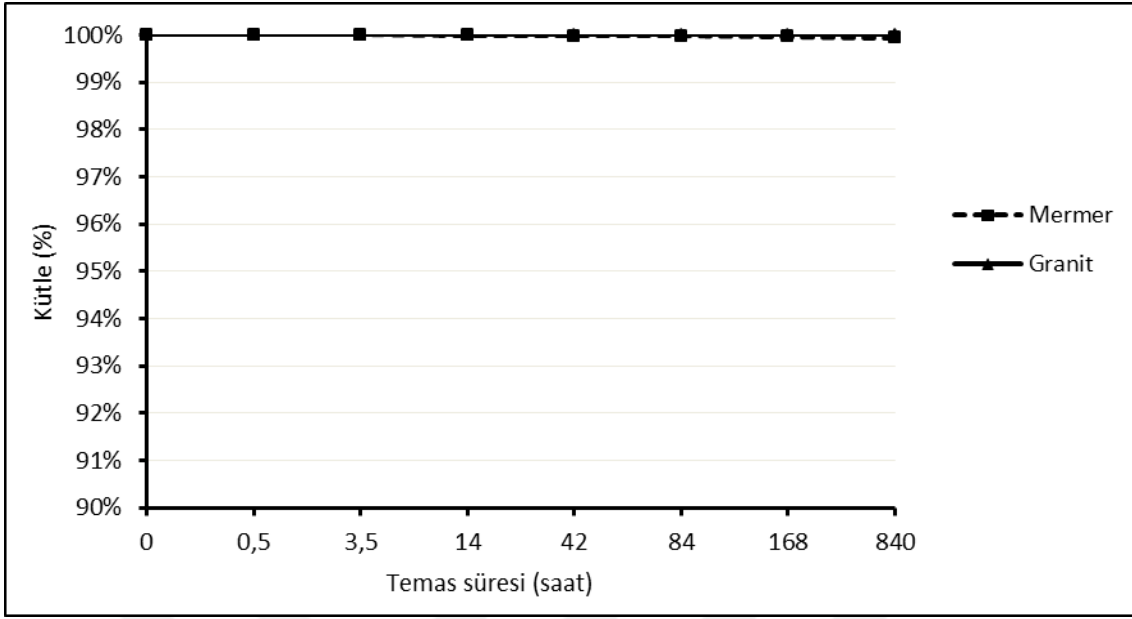
4.6.2 Bazık Yapıdaki Kimyasalların Etkisi

4.6.2.1 Çamaşır Suyu Kimyasalının Etkisi

Şekil 4.93 ve Şekil 4.94’ deki grafikte, mermer ve granit numunesi yüzeylerine çamaşır suyu kimyasalının üç farklı derişimi (%25-%50-%100) yedi farklı sürelerde (0,5-3,5-14-42-84-168-840) maruziyetinden sonraki kütle değişim oranları gösterilmiştir. Grafiklerden görüleceği üzere, çamaşır suyu kimyasalının derişimi ve temas süresi arttıkça mermer ve granit numunesinin kütlesinde belirgin bir değişiklik meydana gelmemiştir. Bunun sebebi ise, çamaşır suyunun karakteri bazık olduğu için mermer ve granit numunesinde önemli bir etkileşim yaşanmadığı ve dolayısıyla numunelerde herhangi bir erime kaybı olmadığı görülmüştür. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada, çamaşır suyu kimyasalı doğal taşların yüzeylerinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda çamaşır suyunun doğal taş yüzeyinde önemli bir etki yapmadığını ve bu kimyasalın doğal taşlara etkisi ise asidik kimyasallara göre oldukça minimum kaldığı ifade edilmiştir.

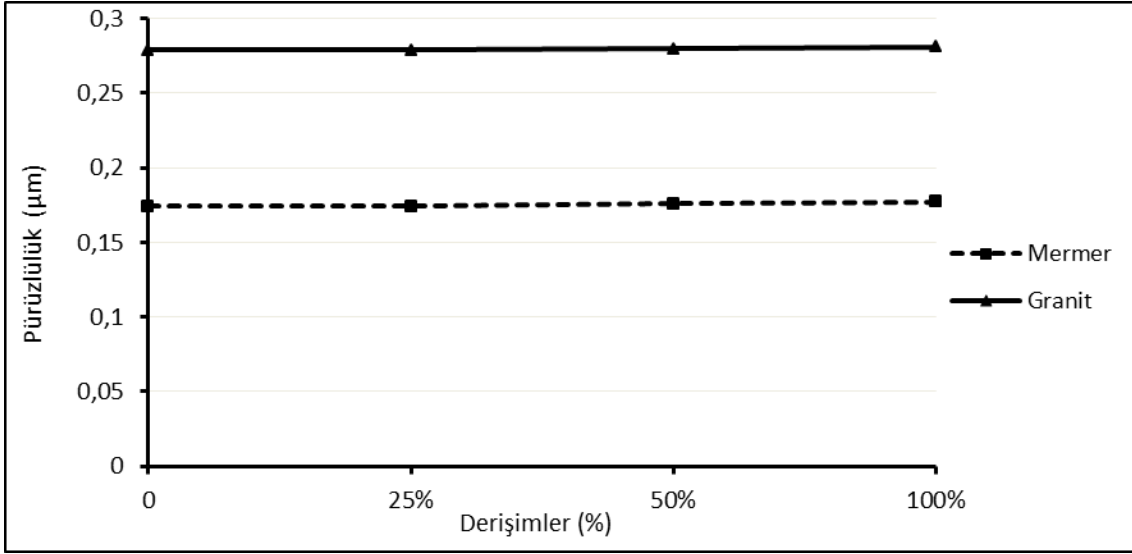


Şekil 4.93 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

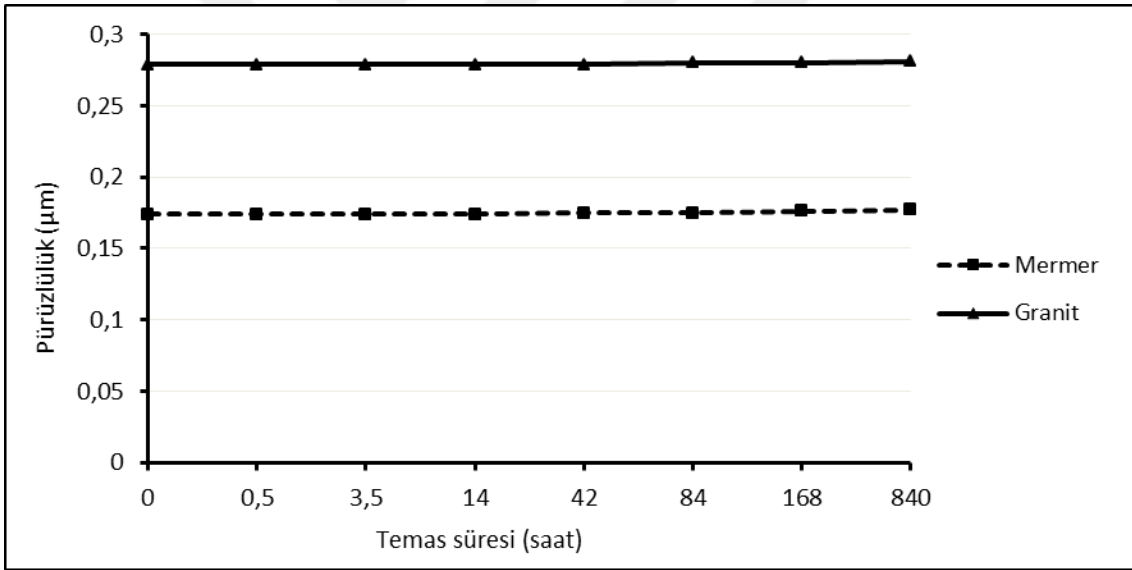


Şekil 4.94 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

Şekil 4.95 ve Şekil 4.96’ daki grafikte; çamaşır suyu kimyasalının üç farklı derişimlerini yedi farklı zaman dilimlerinde mermer ve granit yüzeylerine uygulanması sonucu pürüzlülük değerleri gösterilmiştir. Çamaşır suyu kimyasalının karakteri bazik (alkali hipoklorit halinde aktif klorü ve bazen de sodyum perboratı ihtiva eden solüsyonlar) olduğu için, grafikte görüleceği üzere mermer ve granit yüzeyinde belirgin bir aşınma meydana gelmemiştir. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) numunelere teması sonrası mermer yüzey pürüzlülüğünü 0,003 μm , granit yüzey pürüzlülüğünü ise 0,002 μm arttırdığı söylenebilir.



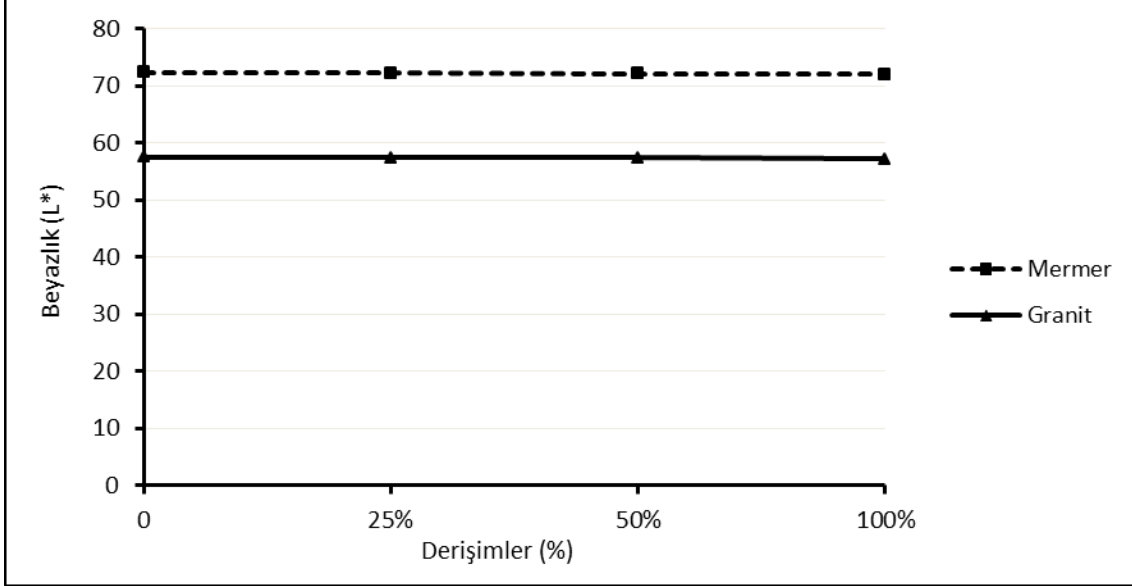
Şekil 4.95 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.



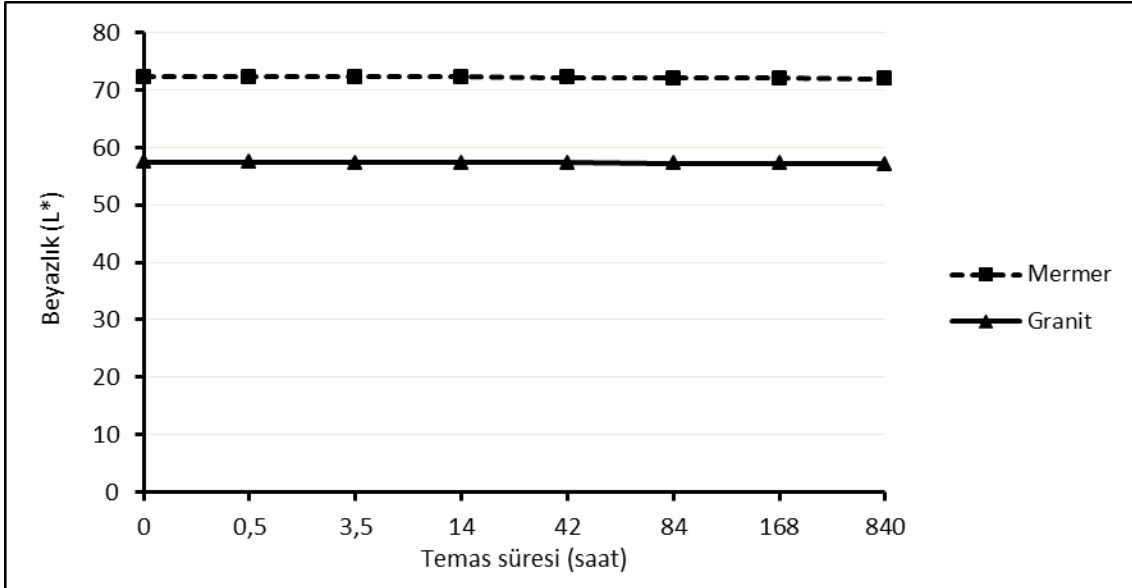
Şekil 4.96 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Çamaşır suyu kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.97 ve Şekil 4.98’ deki grafikte, numunelere kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey beyazlık değerleri (L^*) gösterilmiştir. Kimyasalın derişimi ve maruz kalma süresi arttıkça buna paralel olarak mermer ve granit numunelerin yüzey beyazlığında düşük oranda azalma görülmüştür. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey beyazlığı %72,31 olup, kimyasalın uygulanmasıyla

(%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey beyazlığı %72,01'e azalmıştır. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey beyazlığı %57,44 olup, kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey beyazlığı 57,17'ye azalmıştır.

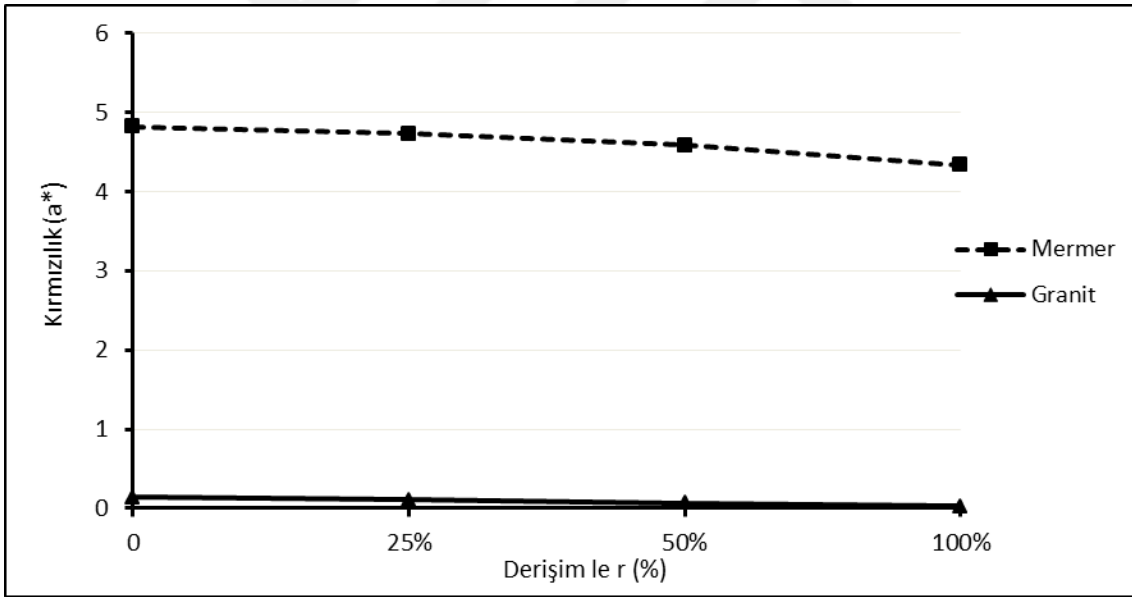


Şekil 4.97 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

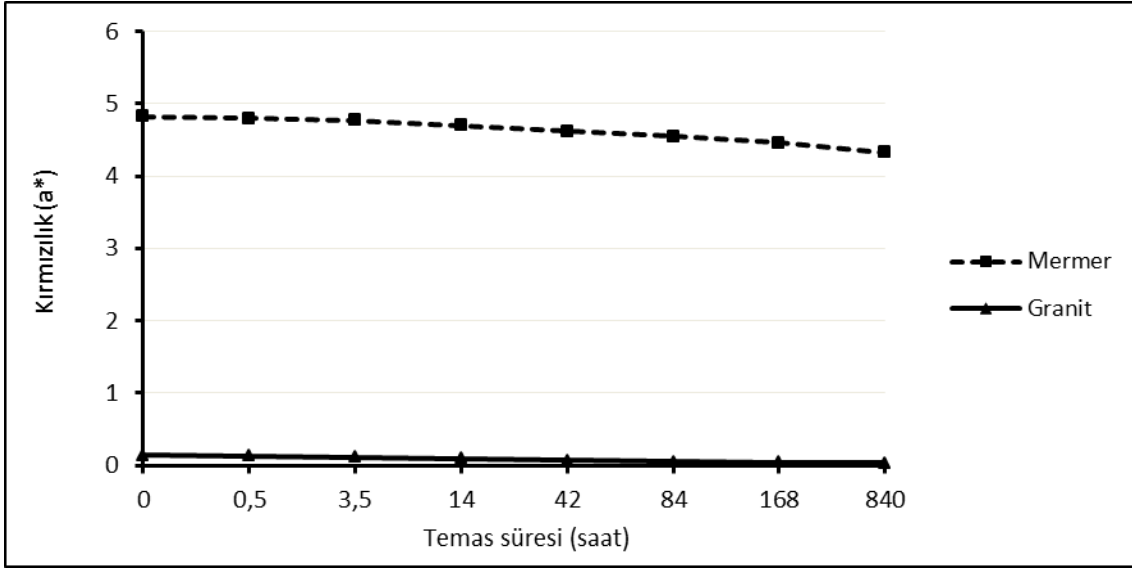


Şekil 4.98 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Çamaşır suyu kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.99 ve Şekil 4.100’ deki grafiklerde, numunelere kimyasalın uygulamadan önceki ve sonraki yüzey kırmızılık değerleri (+a*) gösterilmiştir. Kimyasalının derişimi ve maruz kalma süreleri arttıkça mermer ve granitin yüzey kırmızılık değeri de azalmıştır. İki doğal taş yüzeyinde oluşan etkiler kıyaslandığında, mermerin granite göre yüzey kırmızılık değeri daha fazla azaldığı söylenebilir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey kırmızılık değeri 4,82 olup, kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 4,33’e azalmıştır. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey kırmızılık değeri 0,14 olup, kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 0,03’e inmiştir. Bu değerin sıfıra yaklaşması veya sıfırın altına inmesi, yüzey renginin yeşile doğru geçişini gösterir.

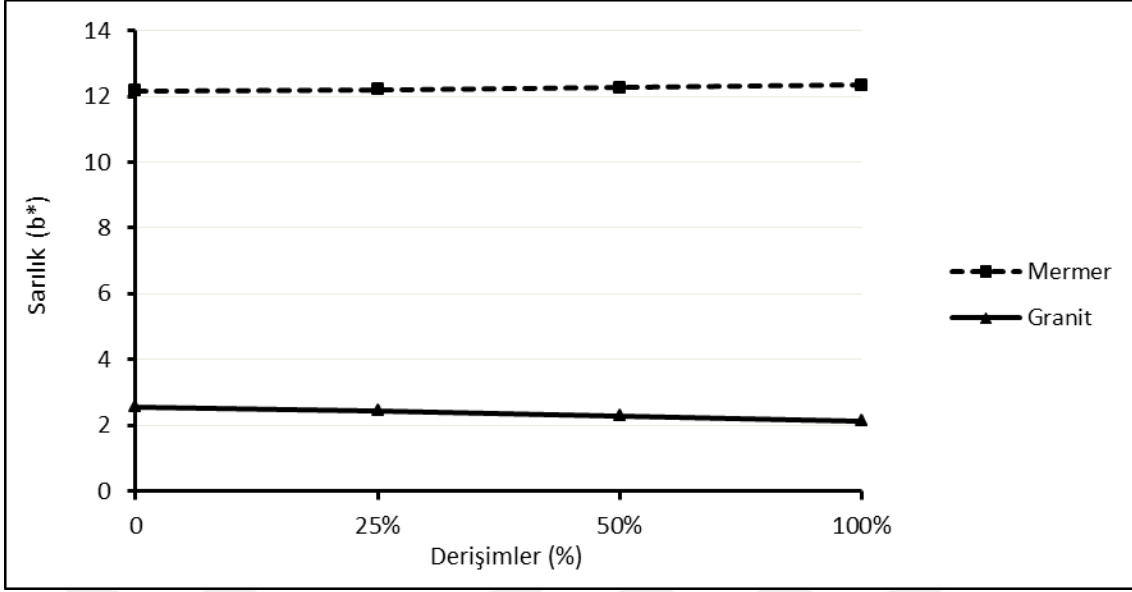


Şekil 4.99 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

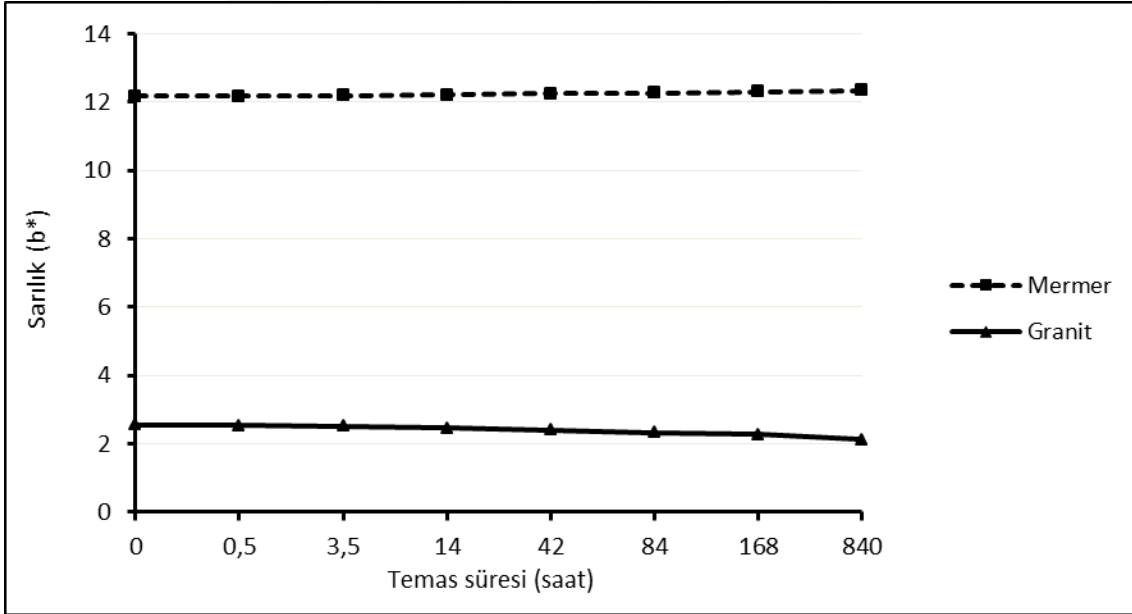


Şekil 4.100 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Çamaşır suyu kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.101 ve Şekil 4.102’ deki grafiklerde doğal taş yüzeylerine kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey sarılık (b^*)/mavilik ($-b^*$) değerleri gösterilmiştir. Kimyasalın derişim ve maruziyet süreleri arttıkça buna paralel olarak mermer numunesinin yüzey sarılık değeri az miktarda artmış ve granit numunesinde de yüzey sarılık değeri az miktarda azalmıştır. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey sarılık değeri 12,17 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 12,34’e yükselmiştir. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey sarılık değeri 2,56 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat temas ettirildikten sonra) yüzey sarılık değeri 2,13’e inmiştir. Bunun sebebi, bazik karakterli çamaşır suyunun mermerdeki kalsiyum karbonatla, granitteki demiroksit bileşenleriyle kısmi etkileşim göstermesi söylenebilir (Gökaltun 2010).



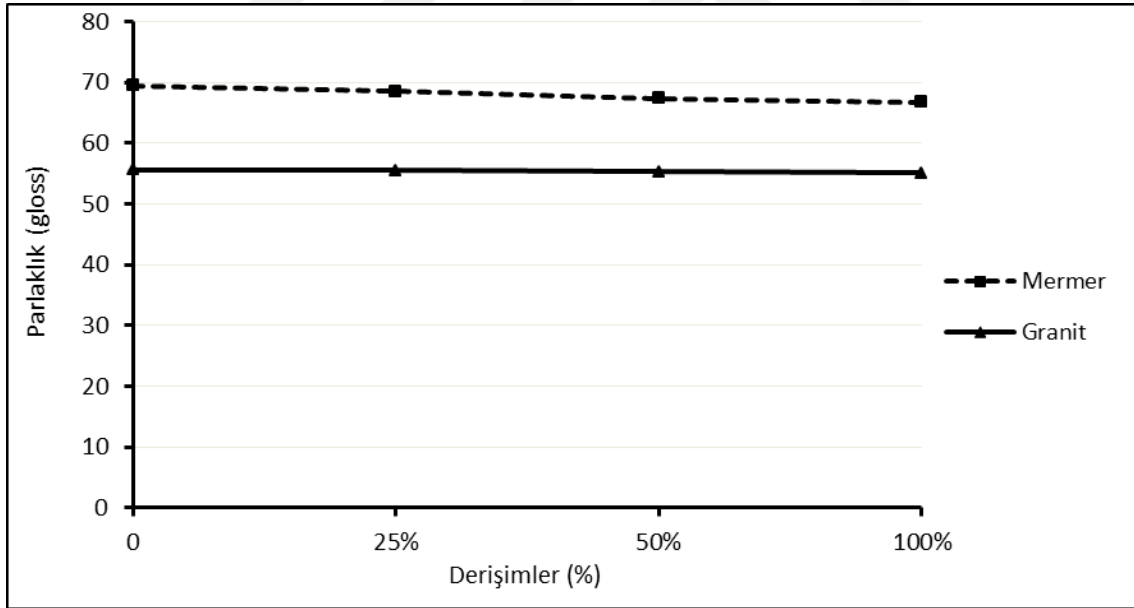
Şekil 4.101 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.



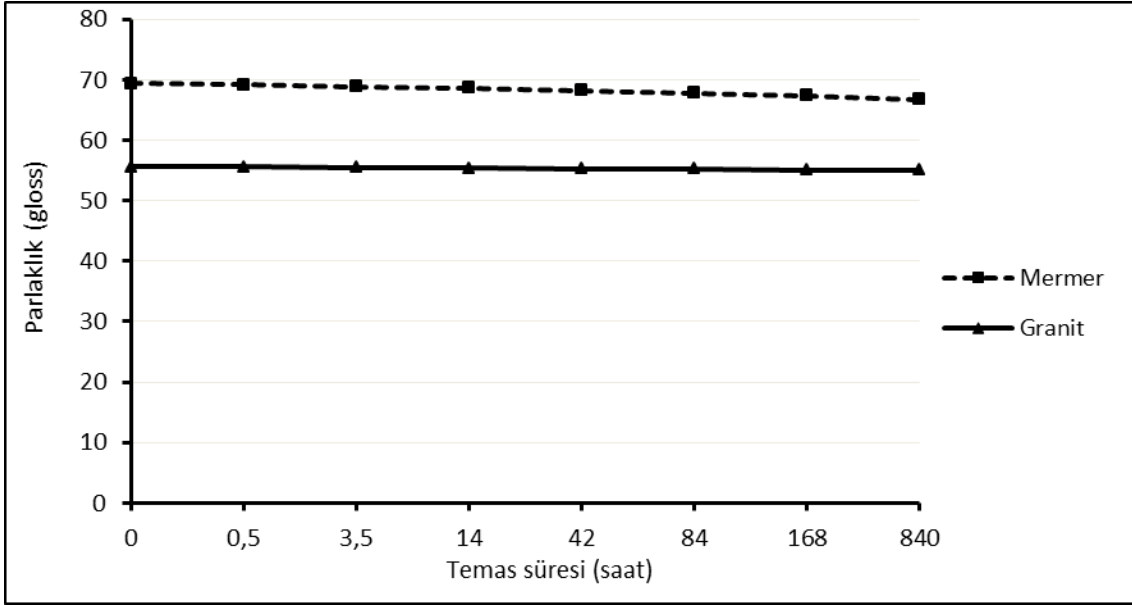
Şekil 4.102 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Çamaşır suyu kimyasalının üç farklı derişimini yedi farklı zaman dilimlerinde mermer ve granit yüzeyine maruziyetinden sonra yüzey parlaklık değeri Şekil 4.103 ve Şekil 4.104’ deki grafiklerde gösterilmiştir. Kimyasalının maruziyet süresi ve derişimi arttıkça, mermer ve granit numunesinin yüzey parlaklığı az miktarda azalmıştır. Bu

etkiler kıyaslandığında ise, mermerin granite göre parlaklık kaybı daha fazla olduğu söylenebilir. Mermerin orijinalinde yüzey parlaklığı 69,4 gloss iken, kimyasalın derişim ve maruz kalma sürelerinin artışına paralel olarak az miktarda azalma meydana gelmiş olup, %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat (en uzun temas süresi) maruziyetinden sonra 66,7 gloss'a düşmüştür. Granitin orijinalinde 55,6 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın derişim ve maruz kalma sürelerinin artışına paralel olarak mikro düzeyde azalmalar meydana gelmiş olup, %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat (en uzun temas süresi) maruziyetinden sonra 55,1 gloss'a düşmüştür. Literatüre bakıldığında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Gökaltun (2004) tarafından yapılan çalışmada, çamaşır suyu kimyasalı doğal taşların yüzeyinde 5 dk bekletilmiş ve sonucunda yüzey parlaklığı incelenmiştir. Doğal taşlarda parlaklık kaybı minimal seviyelerde yaşandığı, mermerin granite göre parlaklık kaybının fazla olduğunu ifade edilmiştir. Ayrıca çamaşır suyu kimyasalının doğal taşların parlaklığına etkisi ise asidik kimyasallara göre oldukça minimum kaldığı belirtilmiştir.



Şekil 4.103 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli çamaşır suyu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.



Şekil 4.104 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.

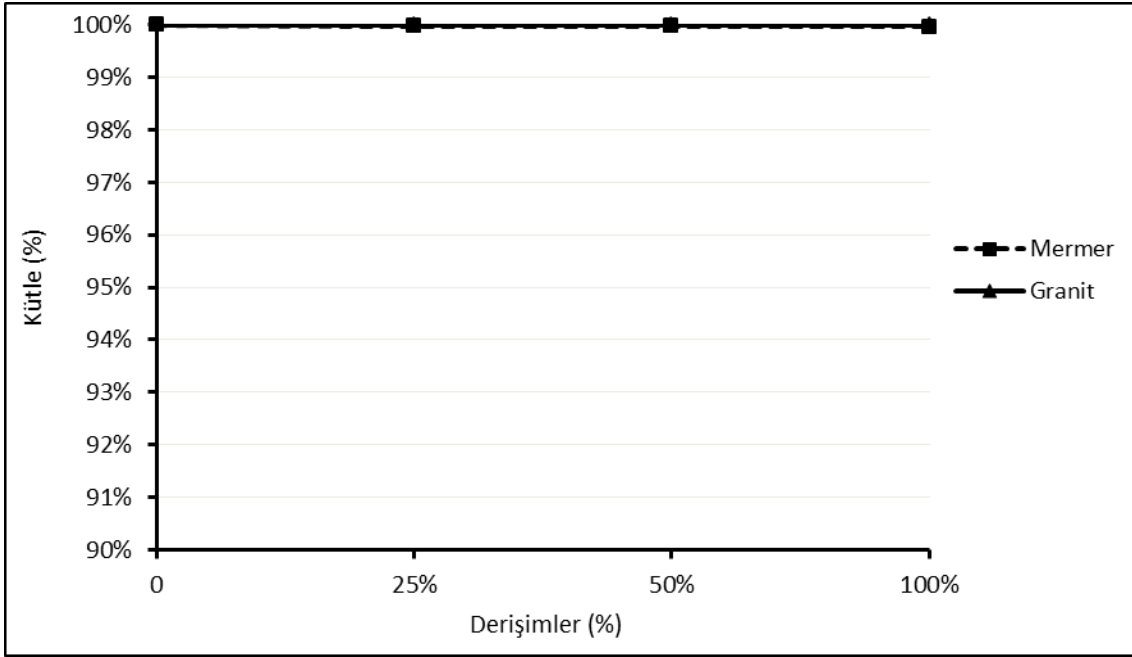
Yukarıdaki grafiklerde, çamaşır suyunun (NaOCI) farklı derişim ve sürelerde granit ve mermer numunesi yüzeyine yaptığı etkiler ortaya konulmuştur. Numunelerde gerçekleşen deformasyon ve karakteristik eğilimler yakın çekim fotoğraflarla Şekil 4.105’ de sunulmuştur. Bu fotoğraflar kimyasalın numune yüzeyine en fazla etki ettiği süre/derişim dikkate alınarak konulmuştur (840 saat/%100 derişim).



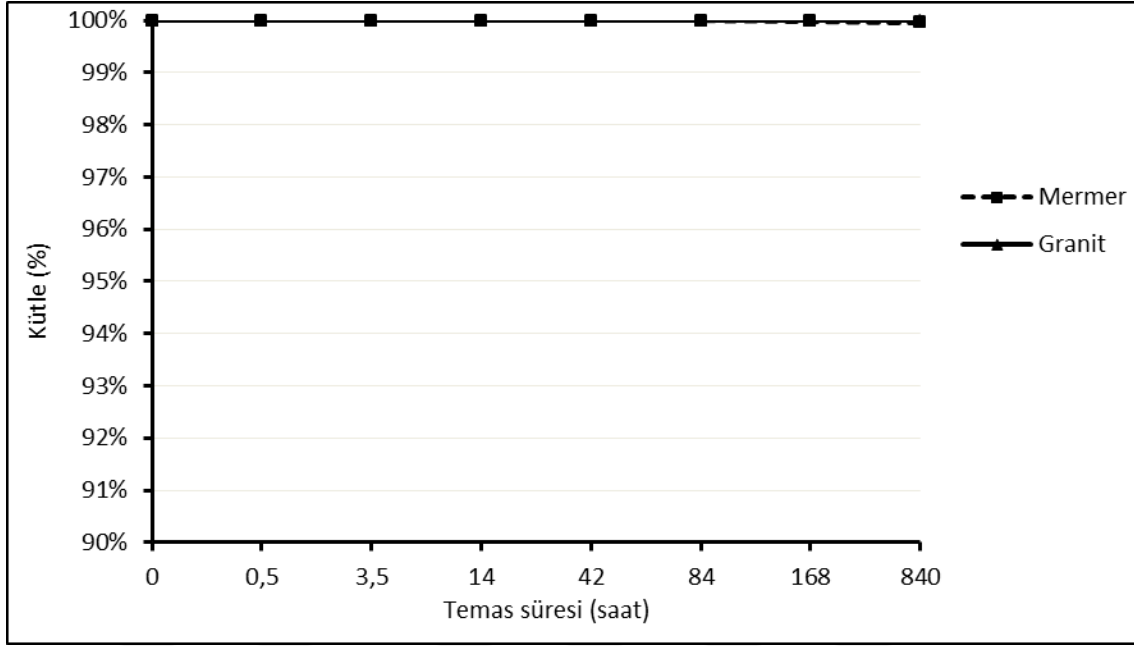
Şekil 4.105 840 saat süre boyunca %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalına temas eden granit numunesi (a); 840 saat süre boyunca %100 derişimli çamaşır suyu kimyasalına temas eden mermer numunesi(b).

4.6.2.2 Arap Sabunu Kimyasalının Etkisi

Şekil 4.106 ve Şekil 4.107’ deki grafikte, mermer ve granit numune yüzeylerine arap sabunu kimyasalının üç farklı derişimi, yedi farklı sürelerde maruziyetinden sonra kütle değişim oranları gösterilmiştir. Grafiklerden görüleceği üzere, arap sabunu kimyasalının derişimi ve temas süresi arttıkça mermer ve granit numunesinin kütlesinde belirgin bir değişiklik meydana gelmemiştir.

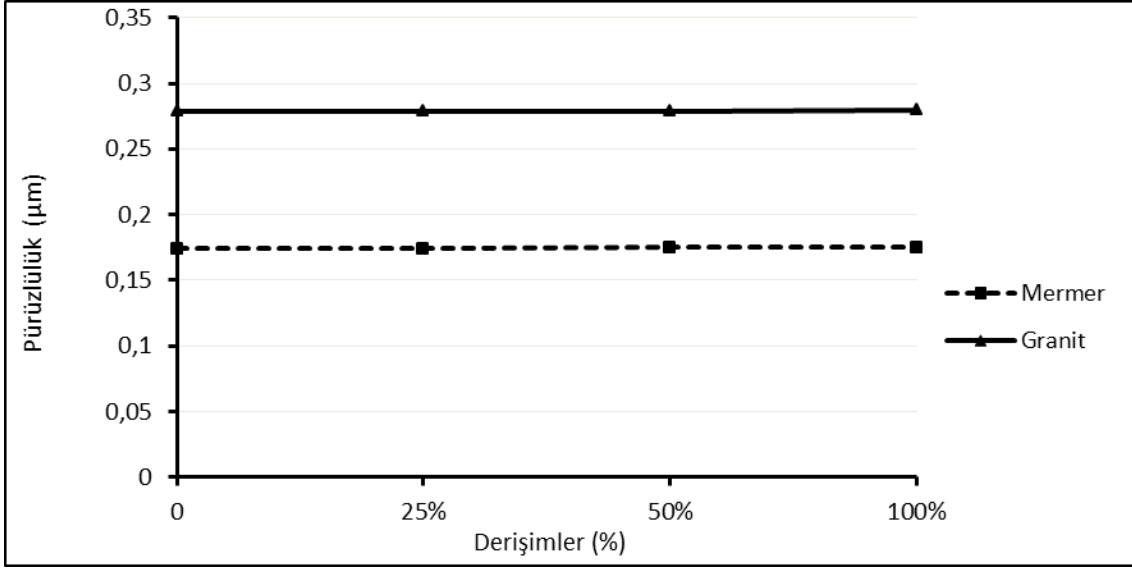


Şekil 4.106 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

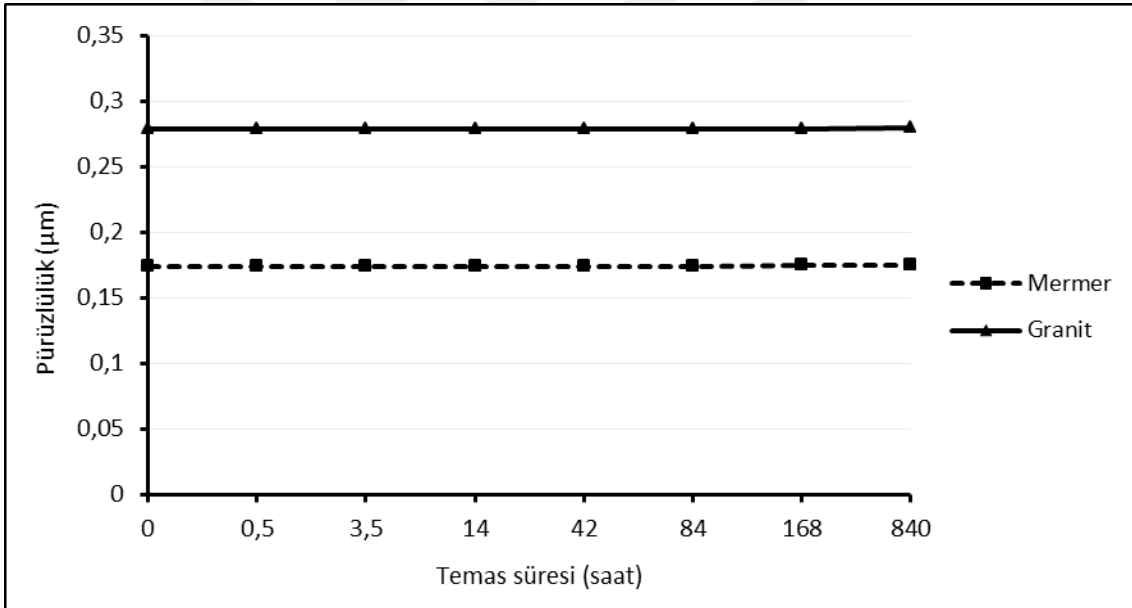


Şekil 4.107 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

Şekil 4.108 ve Şekil 4.109’ daki grafikte; arap sabunu kimyasalının, üç farklı derişimleri ve yedi farklı zaman dilimlerinde mermer ve granite yüzeylerine uygulanması sonucu pürüzlülük değerleri gösterilmiştir. Arap sabunu kimyasalının karakteri bazık (KOH) olduğu için, grafikte görüleceği üzere mermer ve granit yüzeyinde belirgin bir aşınma meydana gelmemiştir. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkili %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) numunelere teması sonrası mermer yüzey pürüzlülüğünü 0,001 μm , granit yüzey pürüzlülüğünü ise 0,001 μm arttırdığı söylenebilir.



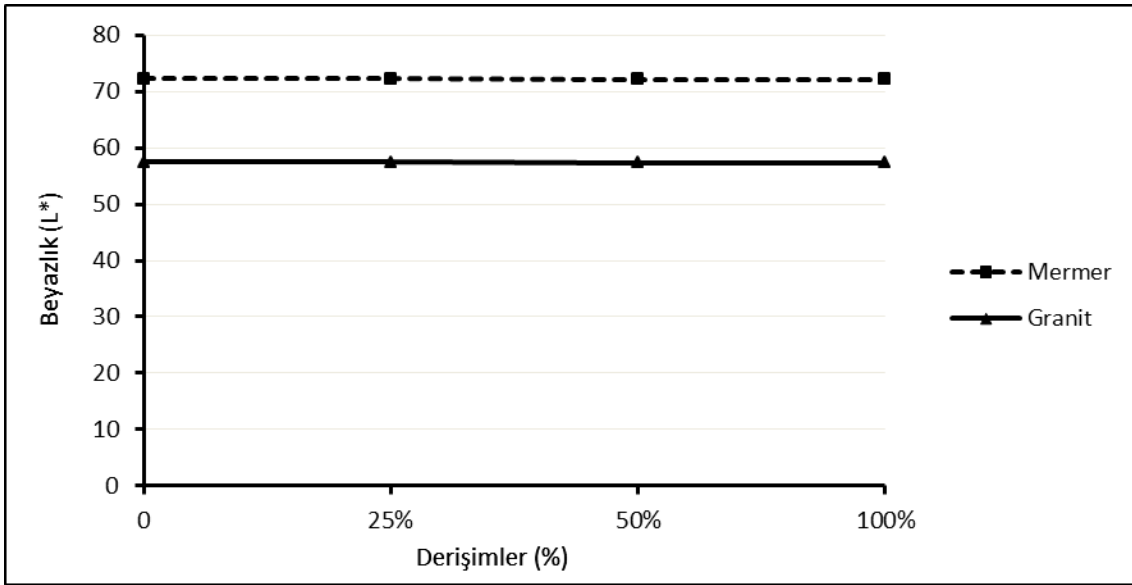
Şekil 4.108 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.



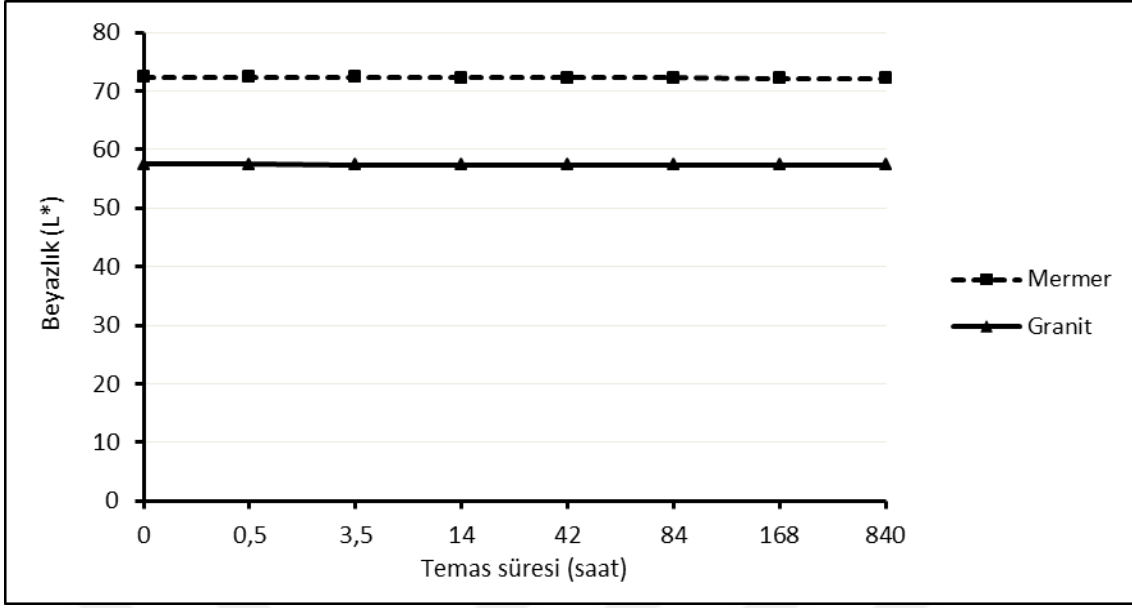
Şekil 4.109 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Arap sabunu kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.110 ve Şekil 4.111’ deki grafikte, numunelere kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey beyazlık/siyahlık değerleri (L^*), gösterilmiştir. Kimyasalın derişimi ve maruz kalma süresi arttıkça buna paralel olarak mermer ve granit numunelerin yüzey beyazlığında kısmen azalma görülmüştür.

Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey beyazlığı %72,31 iken, uzun vadede yüksek derişimde kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat temas ettirildikten sonra) yüzey beyazlığı %72,12'e azalmıştır. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey beyazlığı %57,44 iken, uzun vadede yüksek derişimde kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat temas ettirildikten sonra) yüzey beyazlığı % 57,37'ye azalmıştır. Mermerin granit numunesine göre, kimyasalın temas süresi arttıkça yüzey beyazlığının daha fazla azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi, bazik karakterli arap sabununun mermerdeki kalsiyum karbonatla az da olsa reaksiyon göstermesi söylenebilir.

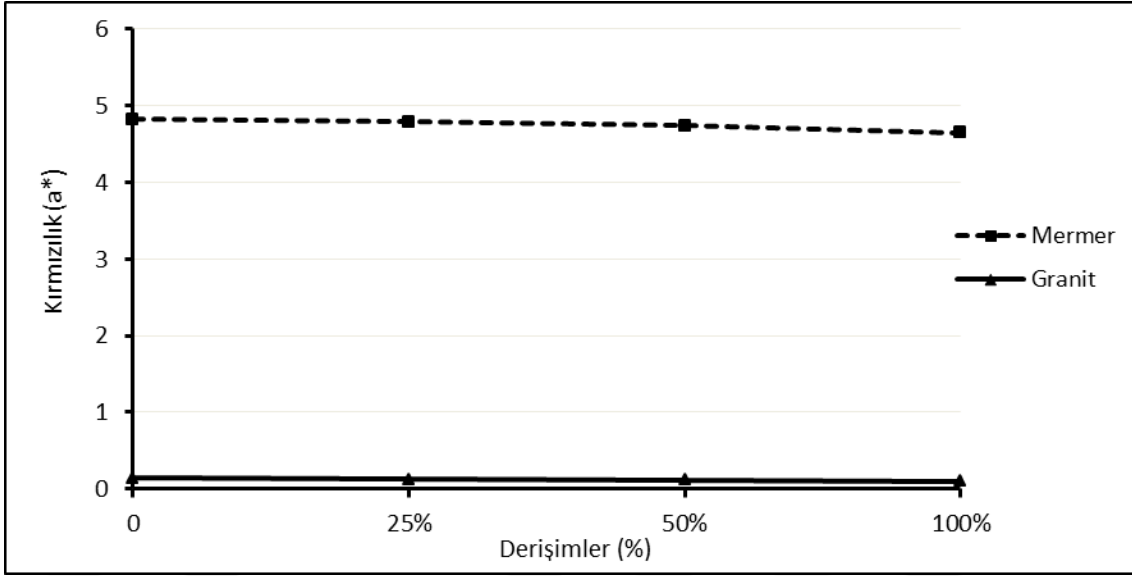


Şekil 4.110 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

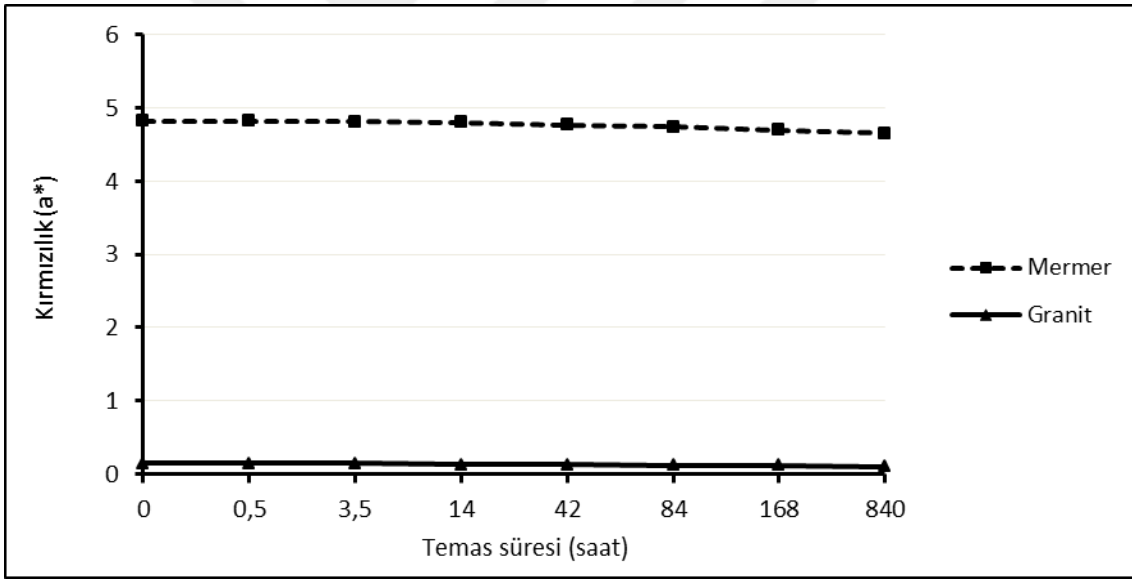


Şekil 4.111 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Arap sabunu kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.112 ve Şekil 4.113’ deki grafiklerde, numunelere kimyasalın uygulamadan önceki ve sonraki yüzey kırmızılık (+a*)/yeşillik (–a*) değerleri gösterilmiştir. Kimyasalının derişimi ve maruz kalma süreleri arttıkça mermer ve granitin yüzey kırmızılık değeri de azalmıştır. İki doğal taş arasında kıyas yapıldığında ise, mermerin granite göre yüzey kırmızılık değerinin daha fazla azaldığı söylenebilir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey kırmızılık değeri 4,82 iken, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede numuneye uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 4,65’e azalmıştır. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey kırmızılık değeri 0,14 iken, kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 0,10’a inmiştir.



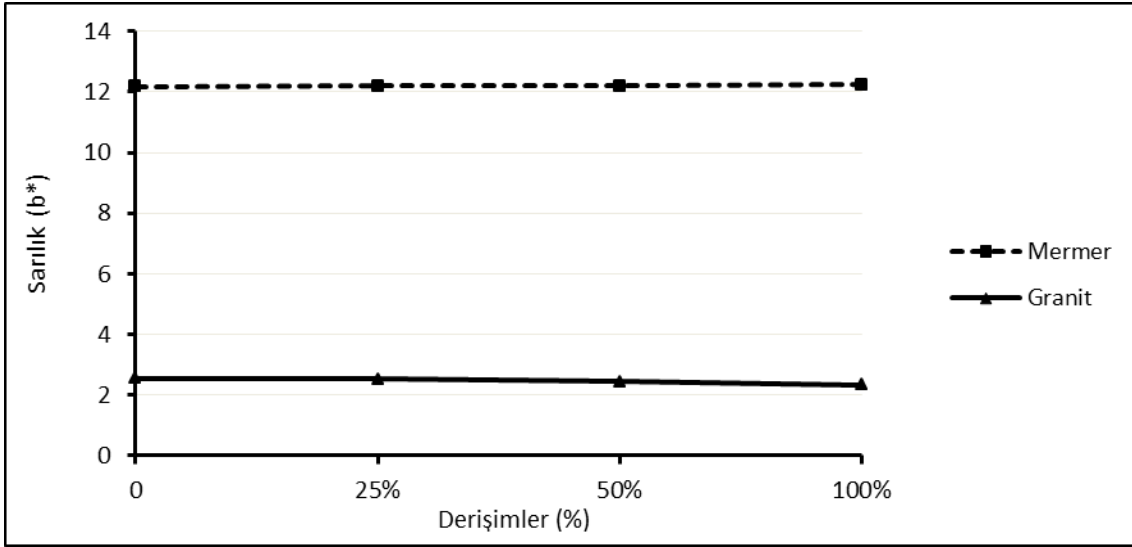
Şekil 4.112 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.



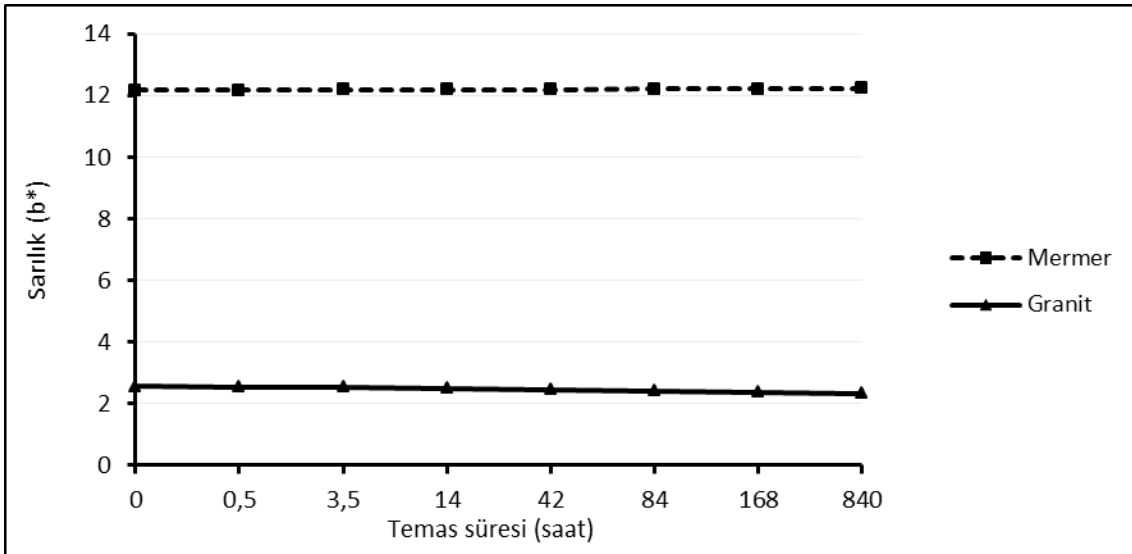
Şekil 4.113 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Arap sabunu kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.114 ve Şekil 4.115’ deki grafiklerde numunelere kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey sarılık (b^*)/mavilik ($-b^*$) değerleri gösterilmiştir. Kimyasalının derişimi ve maruziyet süreleri arttıkça mermer yüzey sarılık değeri az miktarda artmış ve granit numunesinde de sarılık değeri minimal seviyede azalmıştır. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey sarılık değeri 12,17

iken, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 12,23'e yükselmiştir. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey sarılık değeri 2,56 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 2,34'e inmiştir. Bunun sebebi, bazik karakterli arap sabununun mermerdeki kalsiyum karbonatla, granitte de demiroksit bileşenleriyle kısmen etkileşim göstermesi söylenebilir.

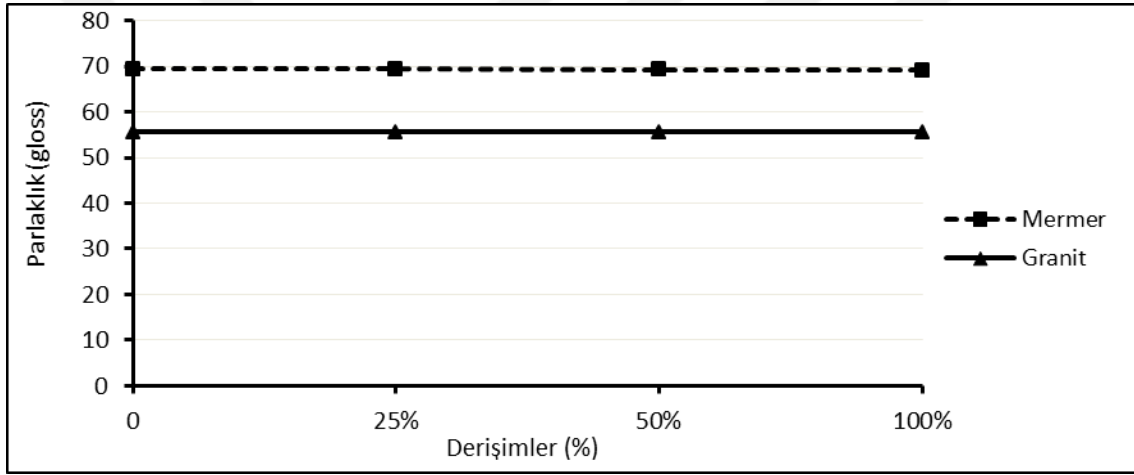


Şekil 4.114 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

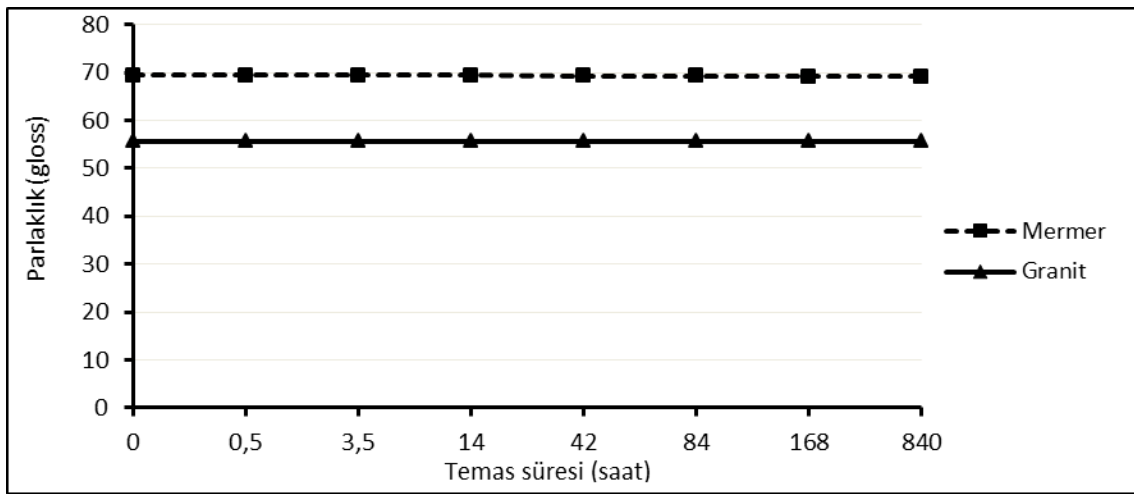


Şekil 4.115 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Şekil 4.116 ve Şekil 4.117'deki grafikte arap sabunu kimyasalının üç derişimi yedi farklı temas sürelerince mermer ve granit yüzeyine uygulanmış olup, sonucunda parlaklık değerleri gösterilmiştir. Arap sabunu kimyasalının maruziyet süresi ve derişimi arttıkça, mermerin yüzey parlaklığı minimal seviyede azalmış olup, granit yüzeyinde ise belirgin bir etki olmamıştır. Mermerin orijinalinde yüzey parlaklığı 69,4 gloss iken, kimyasalın derişim ve maruz kalma sürelerinin artışına paralel olarak az miktarda düşmüş olup, en yüksek derişimde (%100) 840 saat (en uzun süre) maruziyetinden sonra 69,1 gloss'a düşmüştür. Granitin orijinalinde 55,6 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın numuneye yüksek derişimde ve uzun vadede nüfus etmesine rağmen herhangi bir etki olmamıştır.

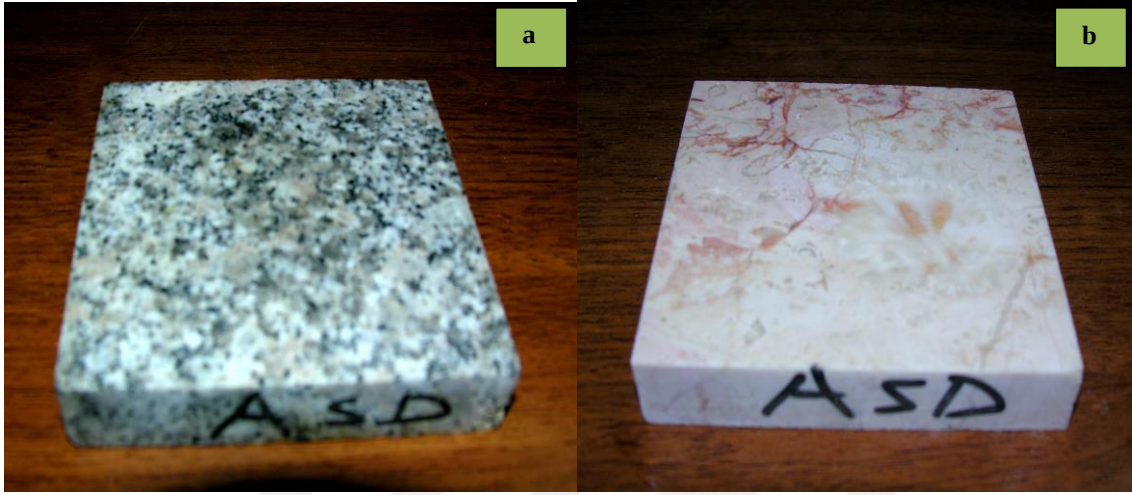


Şekil 4.116 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli arap sabunu kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.



Şekil 4.117 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli arap sabunu kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.

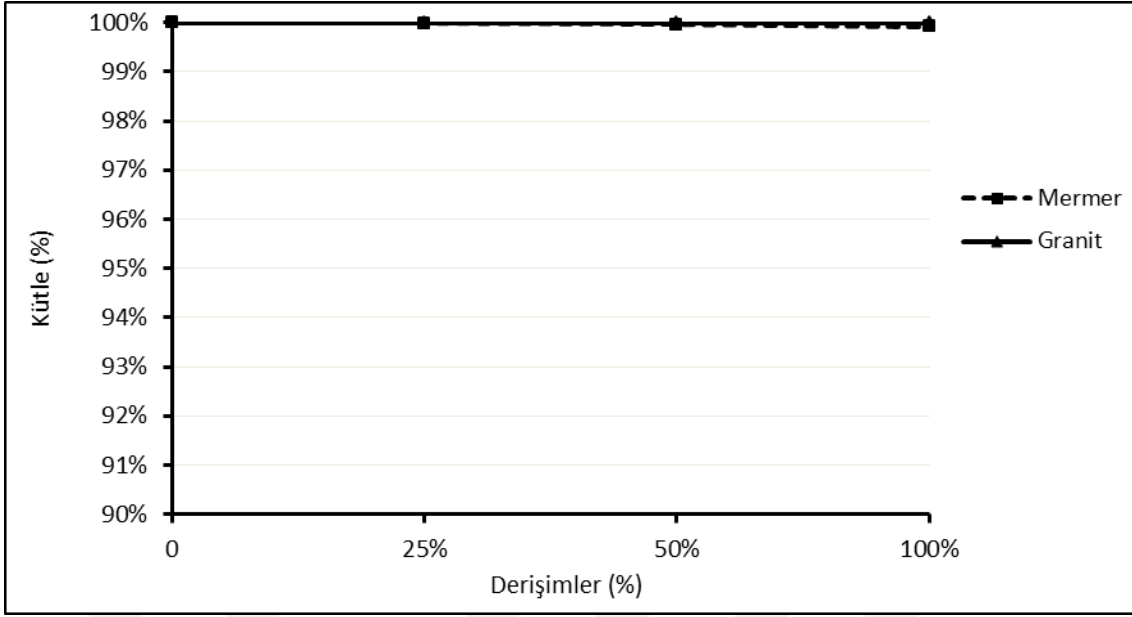
Yukarıdaki grafiklerde, arap sabunu kimyasalının (KOH/yağ asidi) farklı derişim ve sürelerde granit ve mermer numunesi yüzeyine yaptığı etkiler ortaya konulmuştur. Numunelerde gerçekleşen deformasyon ve karakteristik eğilimler yakın çekim fotoğraflarla Şekil 4.118’ de sunulmuştur. Bu fotoğraflar kimyasalın numune yüzeyine en fazla etki ettiği süre/derişim dikkate alınarak konulmuştur (840 saat/%100 derişim).



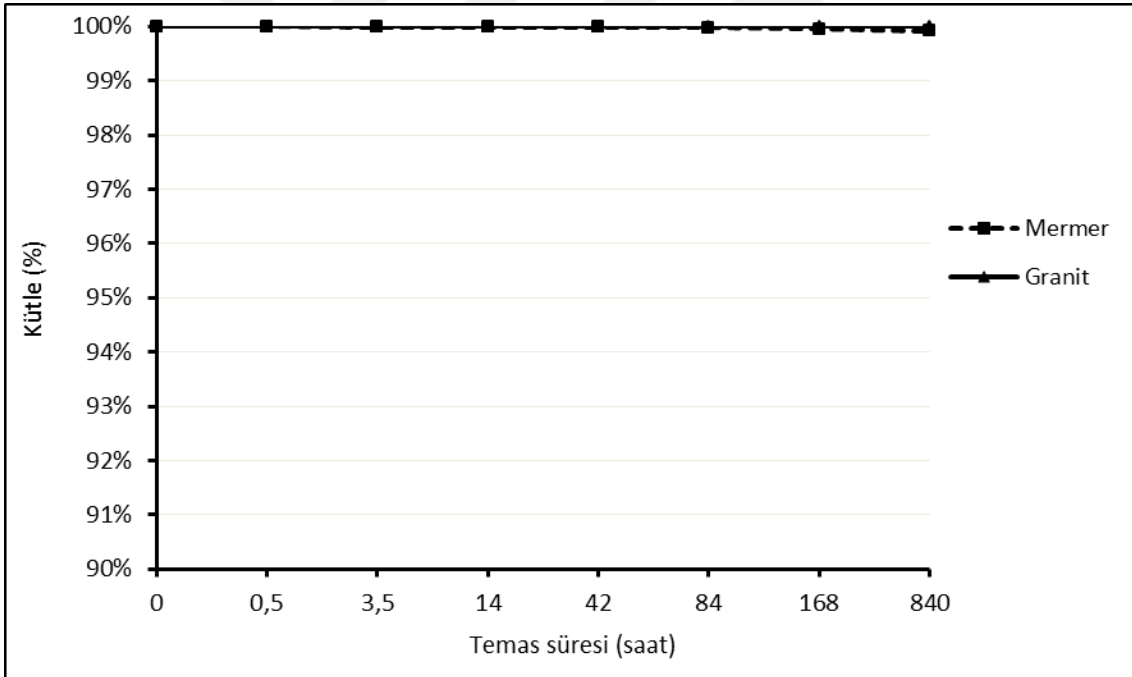
Şekil 4.118 840 saat süre boyunca %100 derişimli arap sabunu kimyasalına temas eden granit numunesi (a); 840 saat süre boyunca %100 derişimli arap sabunu kimyasalına temas eden mermer numunesi(b).

4.6.2.3 Yağ Çözücü Kimyasalının Etkisi

Şekil 4.119 ve Şekil 4.120’ deki grafikte, mermer ve granit numunesi yüzeylerine yağ çözücü kimyasalının üç farklı derişimi yedi farklı zaman diliminde uygulamasından sonraki kütle erime oranları gösterilmiştir. Grafiklerden görüleceği üzere, yağ çözücü kimyasalının derişimi ve temas süresi arttıkça mermer ve granit numunesinin kütlesinde belirgin bir değişiklik meydana gelmemiştir.



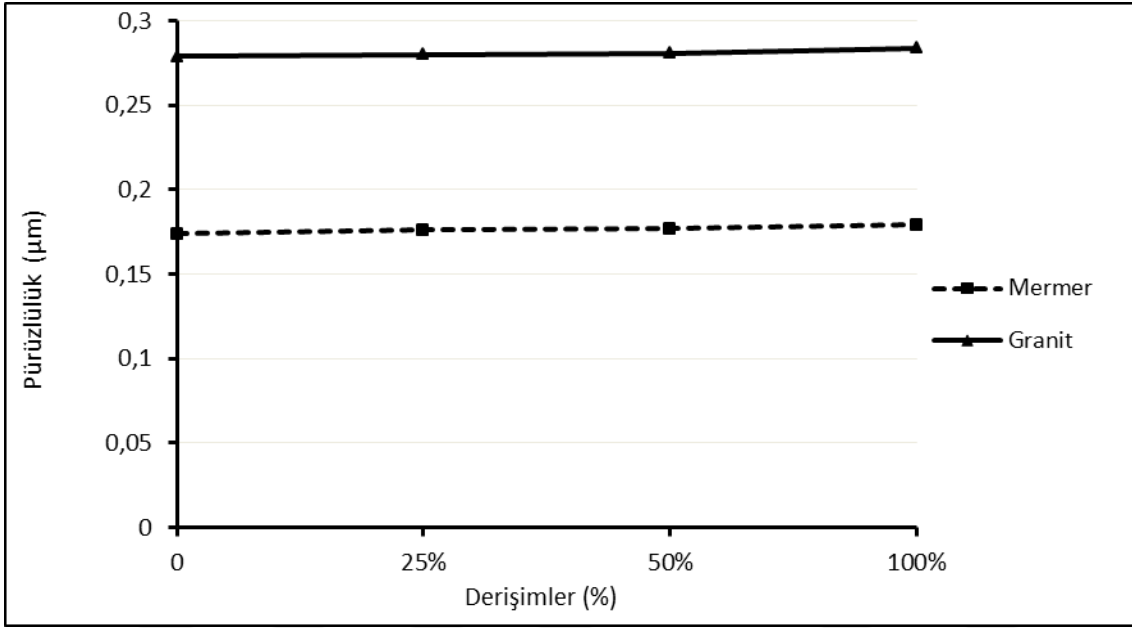
Şekil 4.119 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.



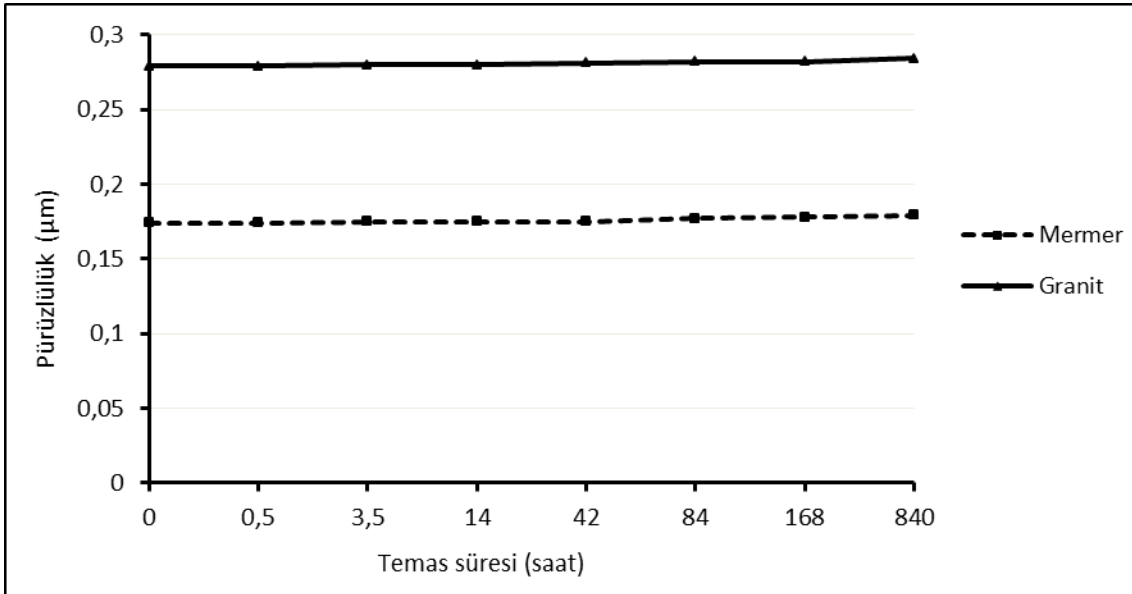
Şekil 4.120 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

Şekil 4.121 ve Şekil 4.122’ deki grafikte; yağ çözücü kimyasalının üç farklı derişimlerini yedi farklı zaman dilimlerinde mermer ve granit yüzeylerine uygulanması sonucu pürüzlülük değerleri gösterilmiştir. Yağ çözücü kimyasalının karakteri bazik

olduğu için, grafiklerden de görüleceği üzere mermer ve granit yüzeyinde belirgin bir aşınma meydana gelmemiştir. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) numunelere teması sonrası mermer ve granitin yüzey pürüzlülüğünü 0,004 μm arttırdığı söylenebilir.

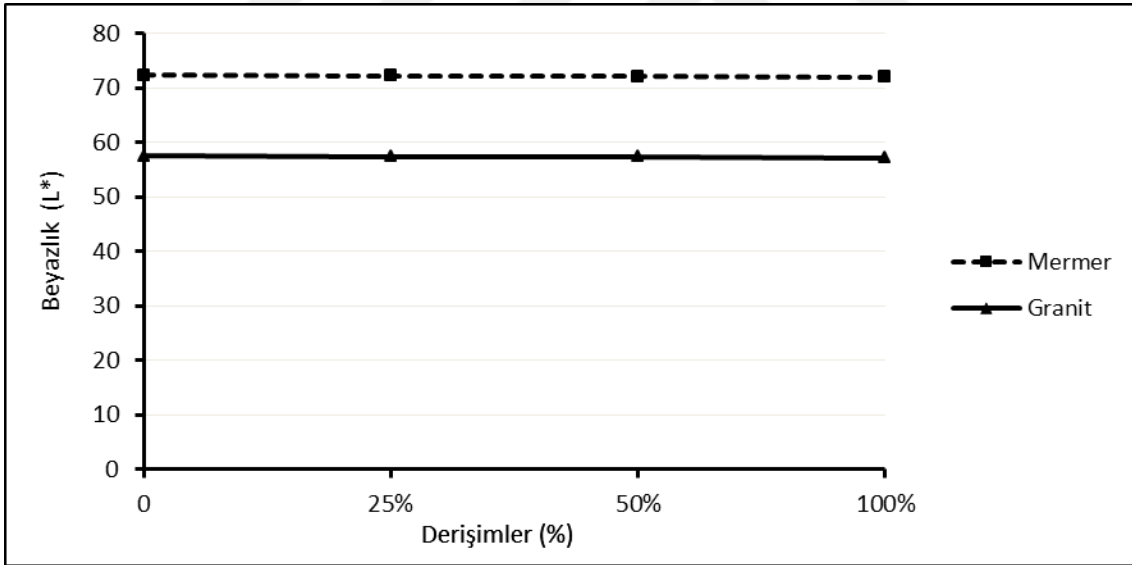


Şekil 4.121 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalın 840 saat maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

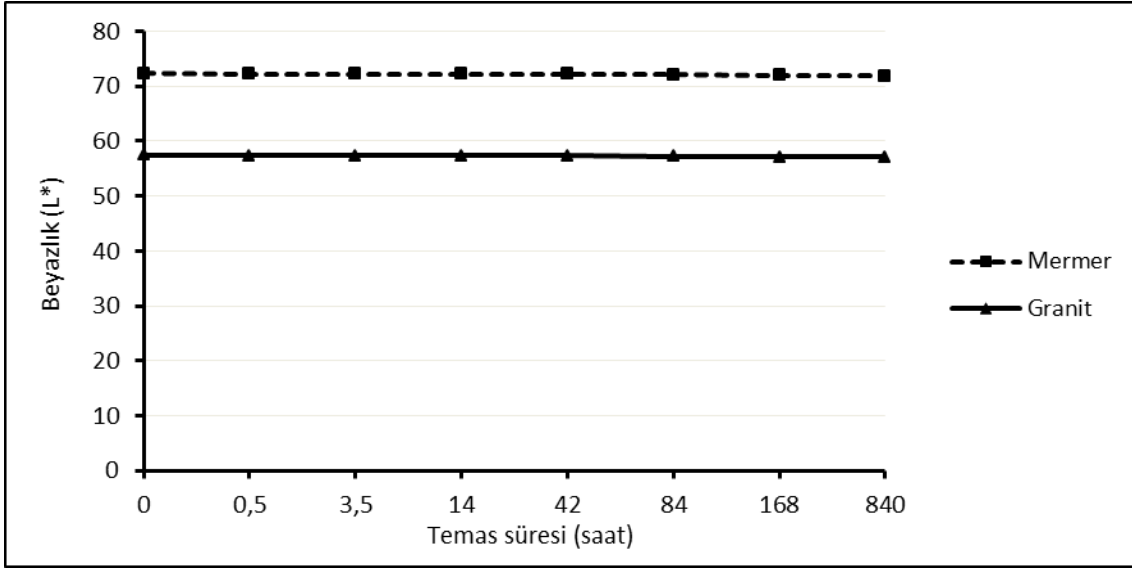


Şekil 4.122 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalın yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Yağ çözücü kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.123 ve Şekil 4.124 ' deki grafikte, numunelere kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey beyazlık değerleri (L*) gösterilmiştir. Kimyasalın derişimi ve maruz kalma süresi arttıkça buna paralel olarak mermer ve granit numunelerin yüzey beyazlığında kısmen azalma görülmüştür. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey beyazlığı %72,31 olup, uzun vadede yüksek derişimli kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey beyazlığı %71,92'e azalmıştır. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey beyazlığı %57,44 olup, uzun vadede yüksek derişimli kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey beyazlığı % 57,11'ye azalmıştır. Mermerin granit numunesine göre, kimyasalın temas süresi ve derişimleri arttıkça yüzey beyazlığının daha fazla azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi, bazık karakterli yağ çözücü kimyasalının mermerdeki kalsiyum karbonat bileşigi ile az da olsa reaksiyon göstermesi söylenebilir.

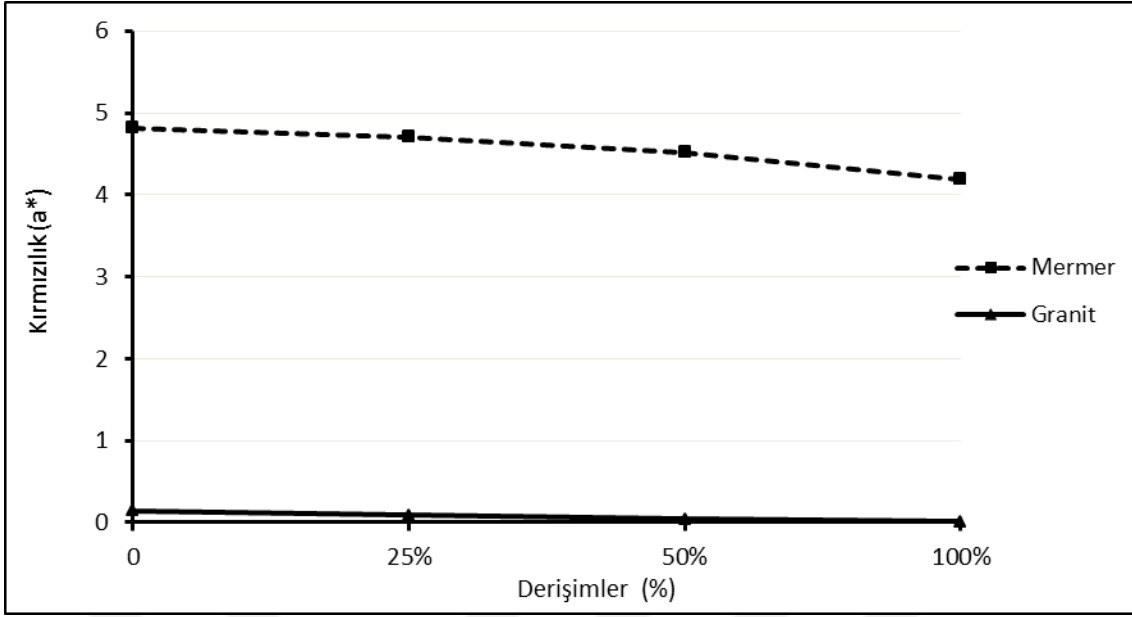


Şekil 4.123 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

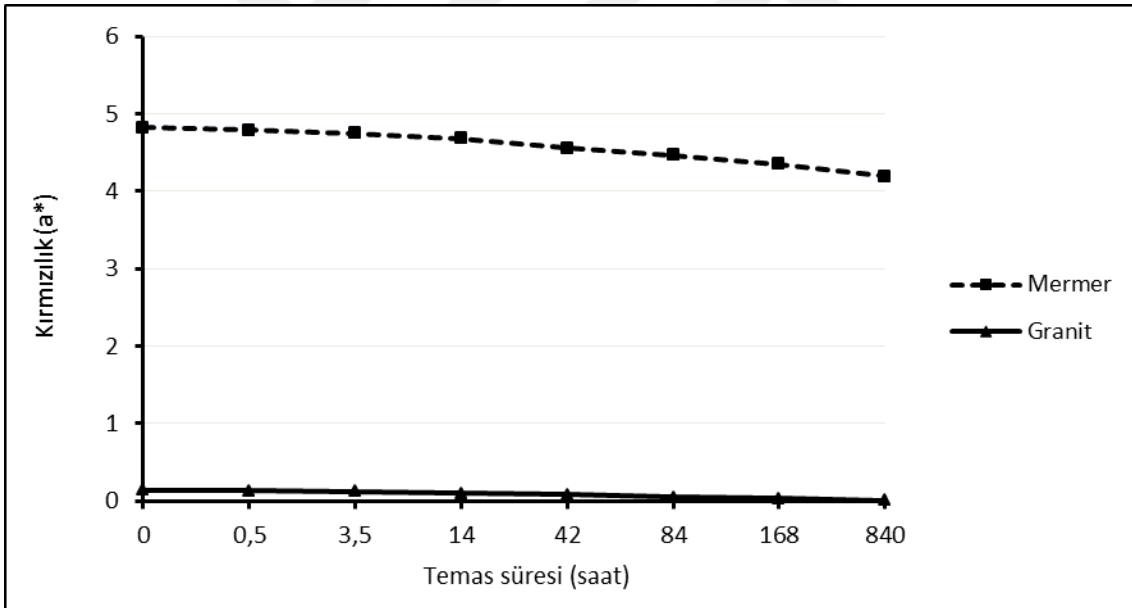


Şekil 4.124 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Yağ çözücü kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeylerine uygulanmıştır. Şekil 4.125 ve Şekil 4.126’ daki grafiklerde, numunelere kimyasalın uygulamadan önceki ve sonraki yüzey kırmızılık (+a*) /yeşillik (-a*) değerleri gösterilmiştir. Kimyasalının derişimi ve maruz kalma süreleri arttıkça mermer ve granitin yüzey kırmızılık değeride az miktarda azalmıştır. İki numune arasında kıyas yapıldığında mermerin yüzey kırmızılık tonu daha fazla azaldığı söylenebilir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey kırmızılık değeri 4,82 olup, yüksek derişimli kimyasalın uzun vadede numuneye uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 4,19’a azalmıştır. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey kırmızılık değeri 0,14 olup, kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 0,01’e azalmıştır. Kırmızılık değerinin sıfıra yaklaşması veya sıfırın altına inmesi durumu, numune yüzey renginin kırmızılıktan yeşile doğru kaydığını gösterir.



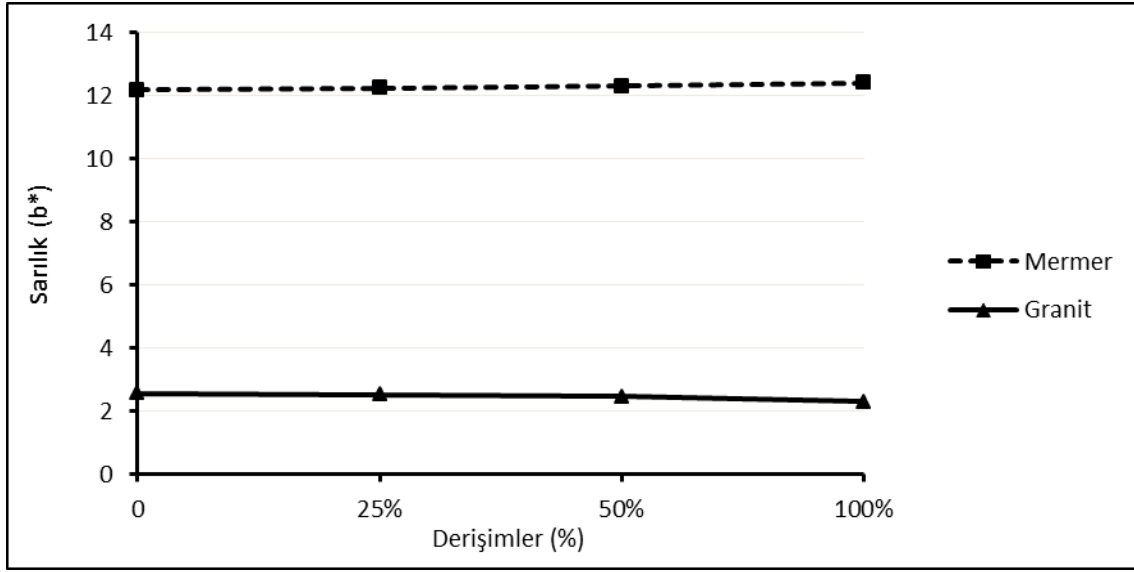
Şekil 4.125 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.



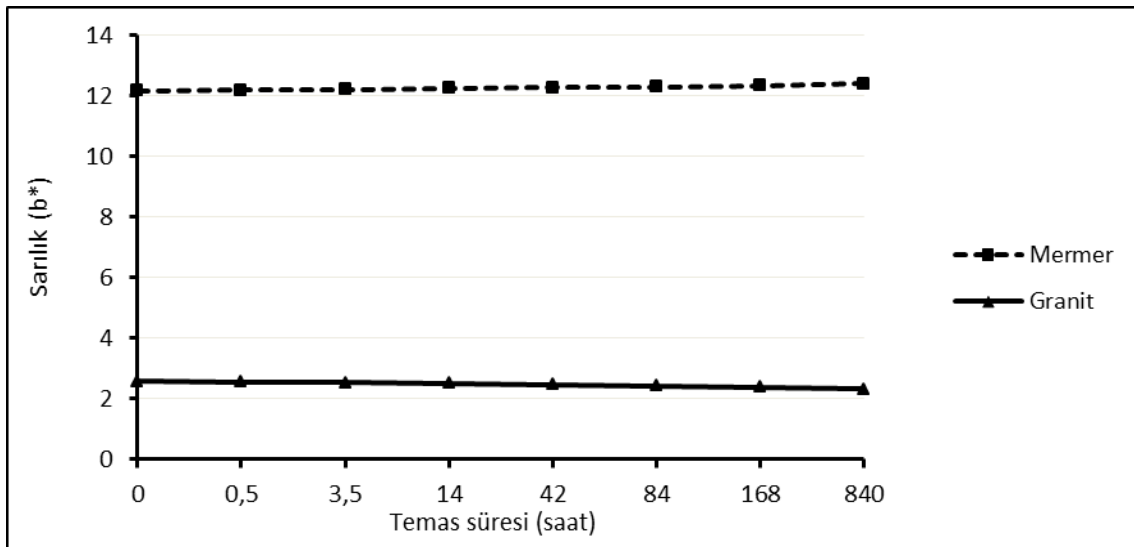
Şekil 4.126 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Şekil 4.127 ve Şekil 4.128'deki grafiklerde numunelere yağ çözücü kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde uygulamadan önceki ve sonraki yüzey sarılık (b^*)/mavilik ($-b^*$) değerleri gösterilmiştir. Kimyasalının derişimi ve maruziyet süreleri arttıkça, mermer numunesinin yüzey sarılık değeri az miktarda artmış, granit numunesinin de sarılık değeri çok az miktarda azalmıştır. Kimyasal uygulamadan önce

mermerin yüzey sarılık değeri 12,17 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 12,39'a yükselmiştir. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey sarılık değeri 2,56 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 2,3'e azalmıştır. Bunun sebebi, bazık karakterli yağ çözücü kimyasalının mermerdeki kalsiyum karbonatla, granitte de demiroksit bileşenleriyle etkileşim göstermesi söylenebilir.

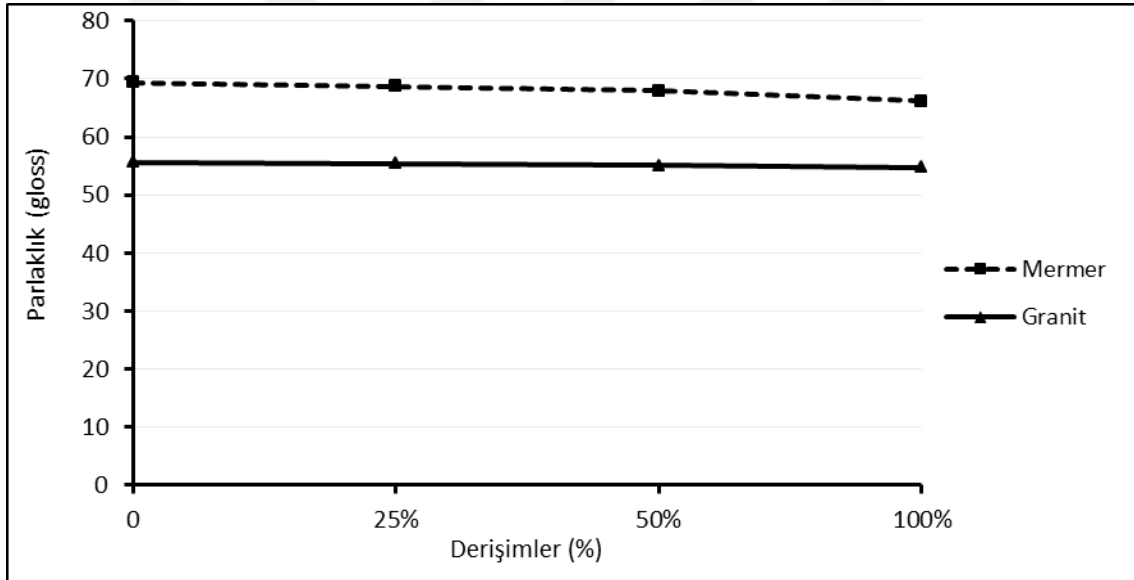


Şekil 4.127 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

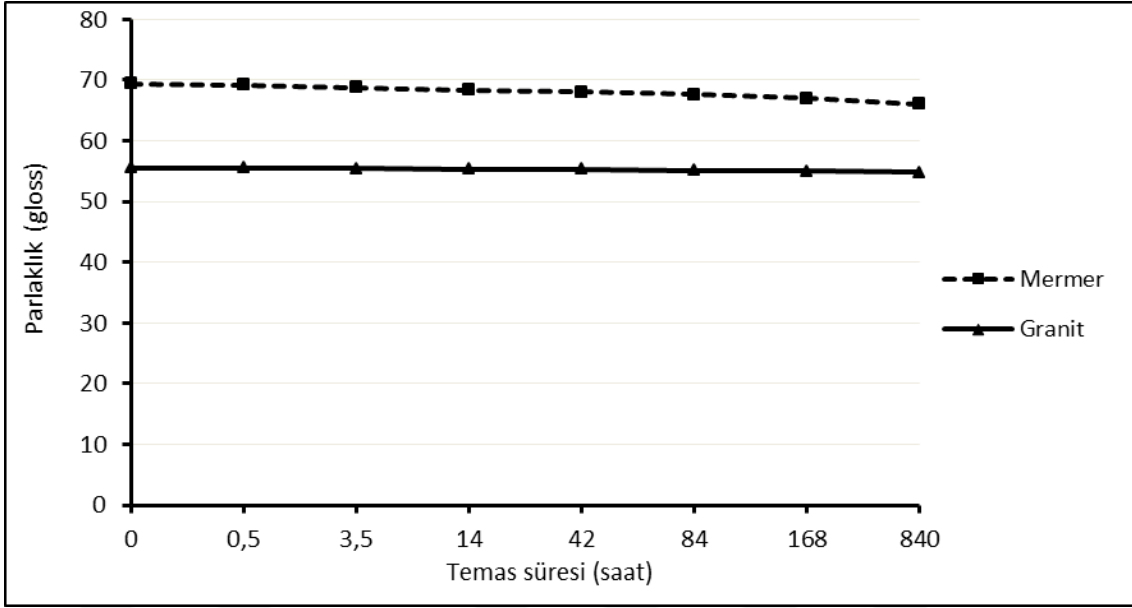


Şekil 4.128 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Yağ çözücü kimyasalının üç derişimi yedi farklı zaman diliminde mermer ve granit numunesi yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.129 ve Şekil 4.130’ daki grafiklerde görüldüğü üzere; yağ çözücü kimyasalının maruziyet süresi ve derişimi arttıkça, mermerin ve granitin yüzey parlaklık değeri minimal seviyede azaldığı tespit edilmiştir. Yani, % 100 konsantrasyonlu yağ çözücü kimyasalının doğal taşların yüzeyindeki etkisi, diğer seyreltilmiş konsantrasyonlara göre daha fazla olmuştur. Mermerin orijinalinde 69,4 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın derişim ve maruz kalma sürelerinin artışına paralel olarak az miktarda düşmüş olup, %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat (en uzun temas süresi) maruziyetinden sonra 66,1 gloss’a azalmıştır. Granitin orijinalinde 55,6 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın numuneye yüksek derişimde ve uzun vadede nüfûs etmesinden sonra yüzey parlaklığı 54,8’e azalmıştır.

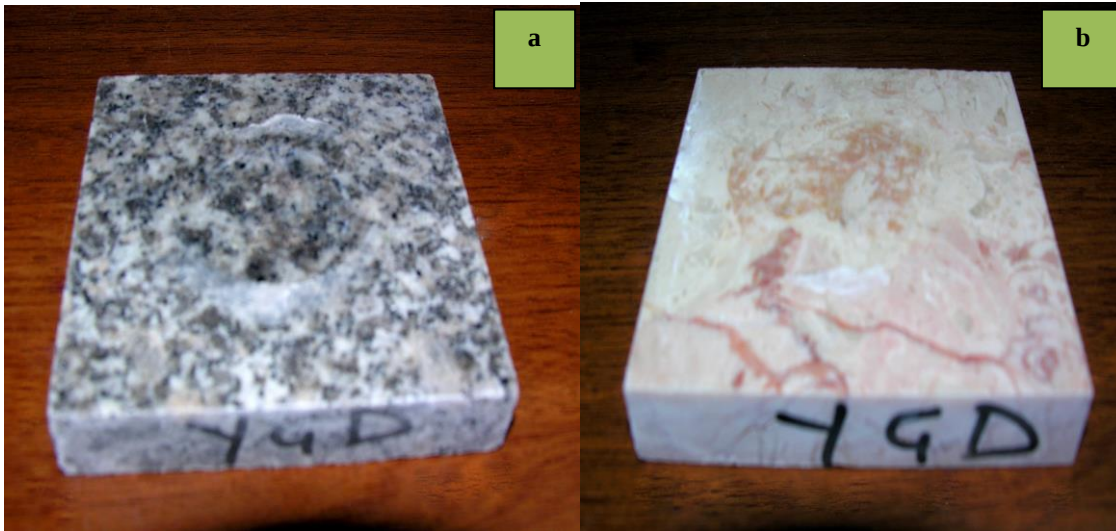


Şekil 4.129 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yağ çözücü kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.



Şekil 4.130 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yağ çözücü kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.

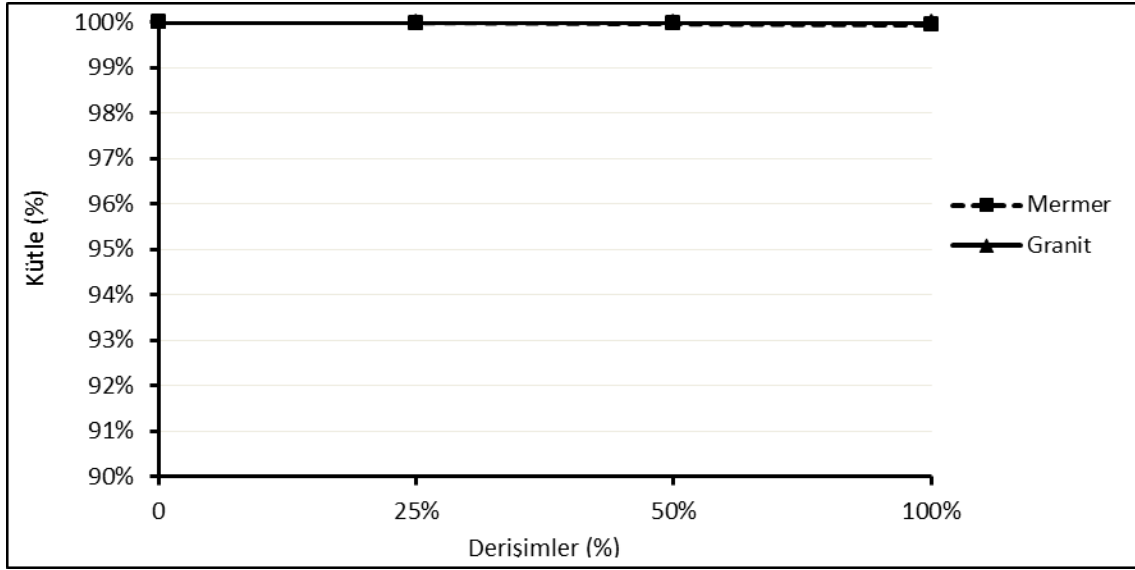
Yukarıdaki grafiklerde, yağ çözücü kimyasalının (NaOH) farklı derişim ve sürelerde granit ve mermer numunesi yüzeyine yaptığı etkiler ortaya konulmuştur. Numunelerde gerçekleşen deformasyon ve karakteristik eğilimler yakın çekim fotoğraflarla Şekil 4.131’ de sunulmuştur. Bu fotoğraflar kimyasalın numune yüzeyine en fazla etki ettiği süre/derişim dikkate alınarak konulmuştur (840 saat/%100 derişim).



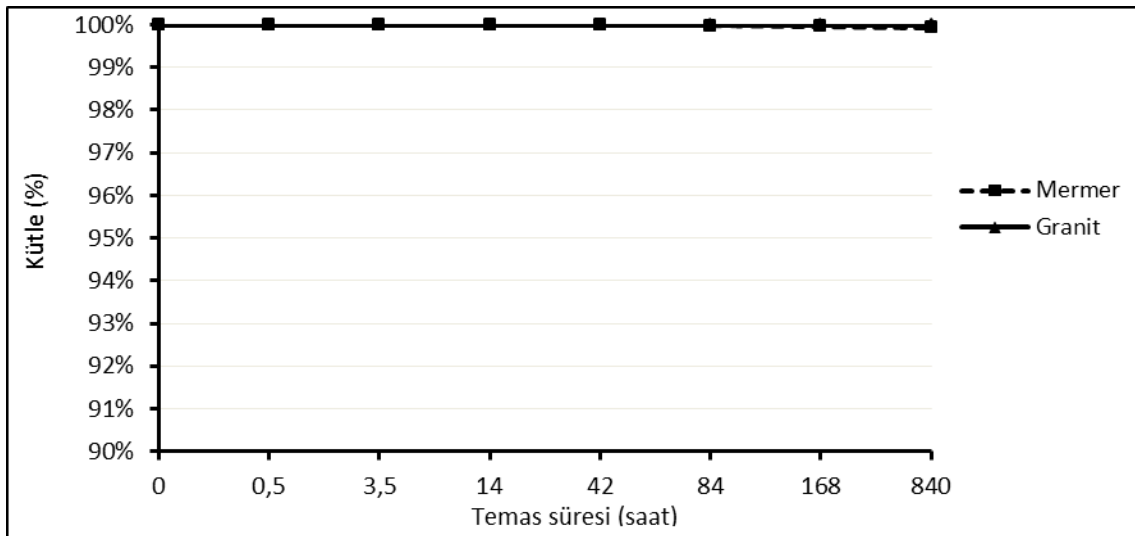
Şekil 4.131 840 saat süre boyunca %100 derişimli yağ çözücü kimyasalına temas eden granit numunesi (a); 840 saat süre boyunca %100 derişimli yağ çözücü kimyasalına temas eden mermer numunesi (b).

4.6.2.4 Sıvı Ovma Krem Kimyasalının Etkisi

Şekil 4.132 ve Şekil 4.133’ deki grafikte, mermer ve granit numune yüzeylerine sıvı ovma krem kimyasalının üç farklı derişimini yedi farklı sürelerde maruziyetinden sonraki kütle değışim oranları gösterilmiştir. Grafiklerden görüleceğı üzere, sıvı ovma krem kimyasalının derişimi ve temas süresi arttıkça mermer ve granit numunesinin kütlesinde belirgin bir değışiklik meydana gelmemiştir.

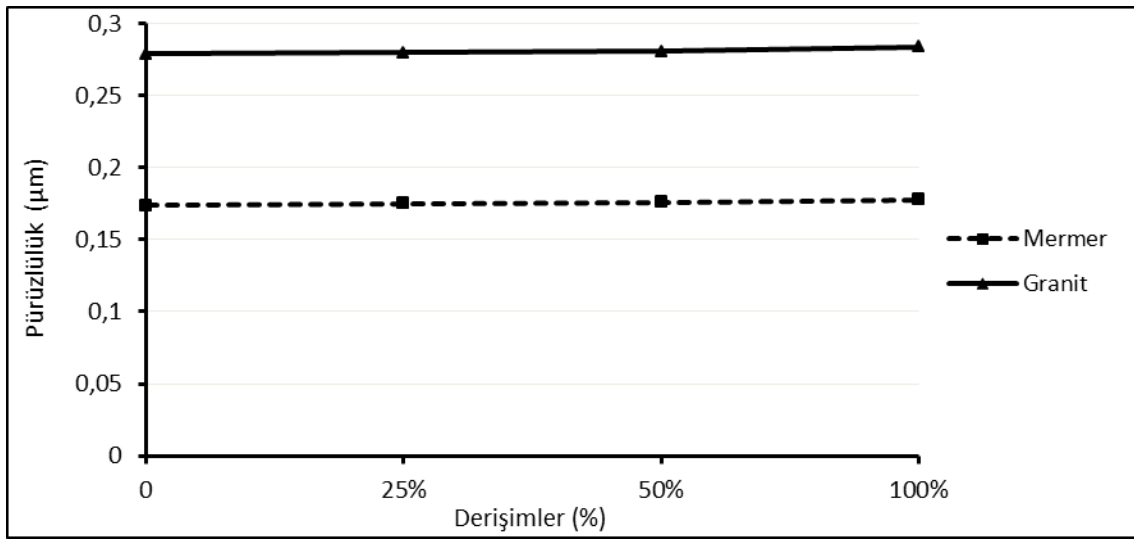


Şekil 4.132 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu kütle değeri etkisi.

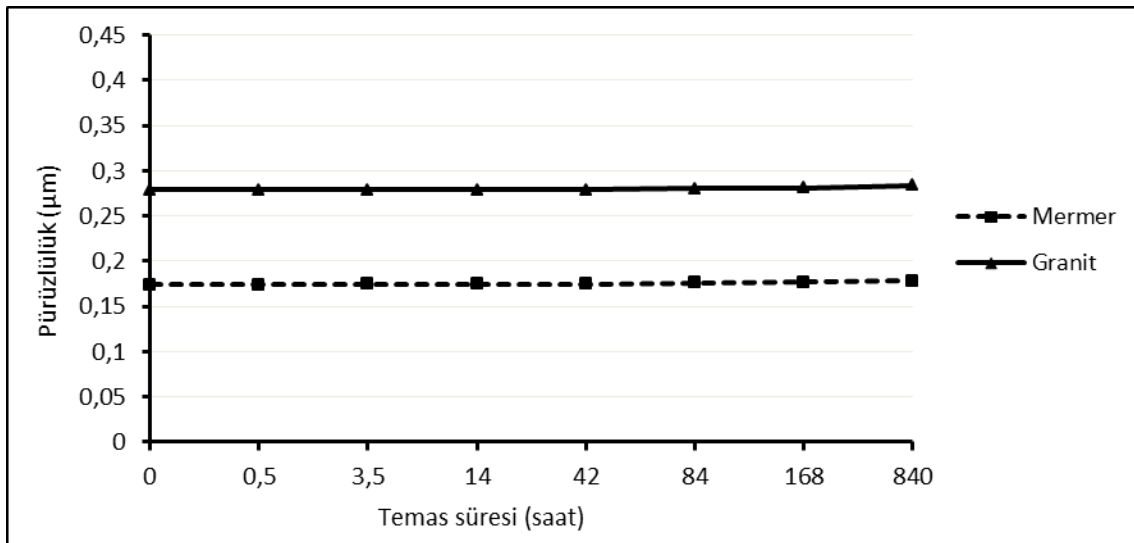


Şekil 4.133 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu kütle değeri etkisi.

Şekil 4.134 ve Şekil 4.135’ deki grafiklerde; sıvı ovma krem kimyasalının, üç farklı derişimleri yedi farklı zaman dilimlerinde mermer ve granite yüzeylerine uygulanması sonucu pürüzlülük değerleri gösterilmiştir. Sıvı ovma krem kimyasalının karakteri bazık olduğu için, grafiklerden de görüleceğı üzere mermer ve granit yüzeyinde belirgin bir aşınma/erozyon meydana gelmemiştir. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) numunelere teması sonrası mermer ve granitin yüzey pürüzlülüğünü 0,004 μm arttırdığı söylenebilir.

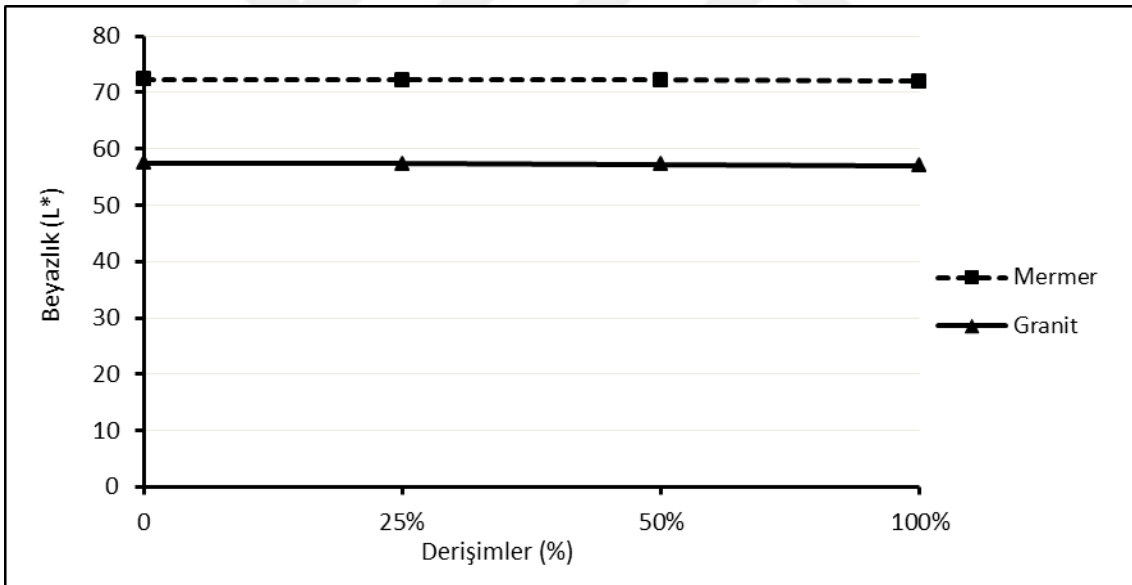


Şekil 4.134 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

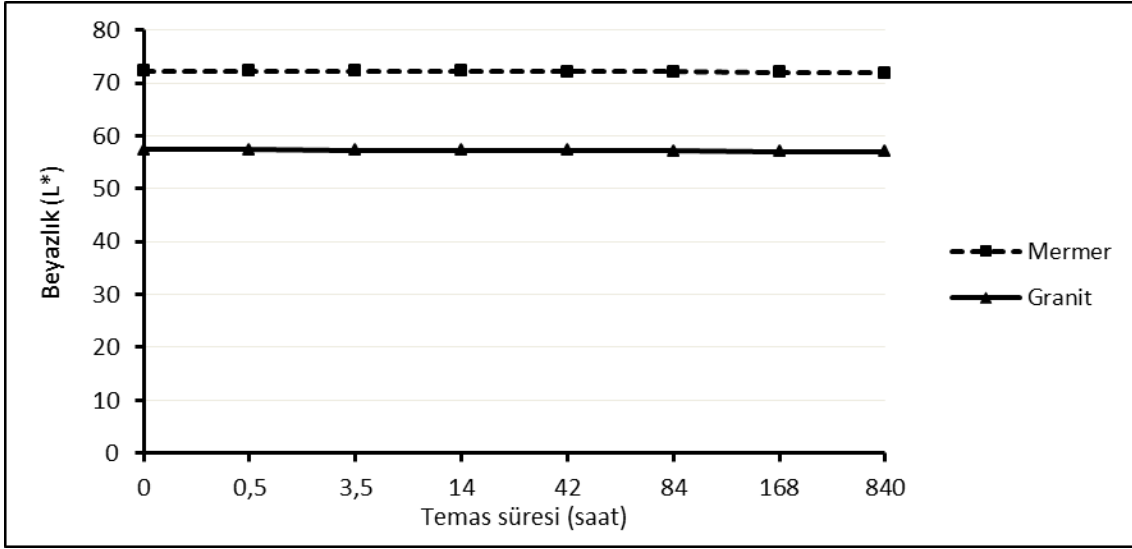


Şekil 4.135 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Sıvı ovma krem kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.136 ve Şekil 4.137’ deki grafiklerde, numunelere kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey beyazlık değerleri (L*) gösterilmiştir. Kimyasalın derişimi ve maruz kalma süresi arttıkça buna paralel olarak mermer ve granit numunelerin yüzey beyazlığında kısmen azalma görülmüştür. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey beyazlığı %72,31 olup, uzun vadede yüksek derişimli kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey beyazlığı %71,97’e azalmıştır. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey beyazlığı %57,44 olup, uzun vadede yüksek derişimli kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey beyazlığı % 57,01’ye azalmıştır. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasında en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu ve bu derişimin uzun vadedeki temasında daha fazla etki yarattığı söylenebilir.

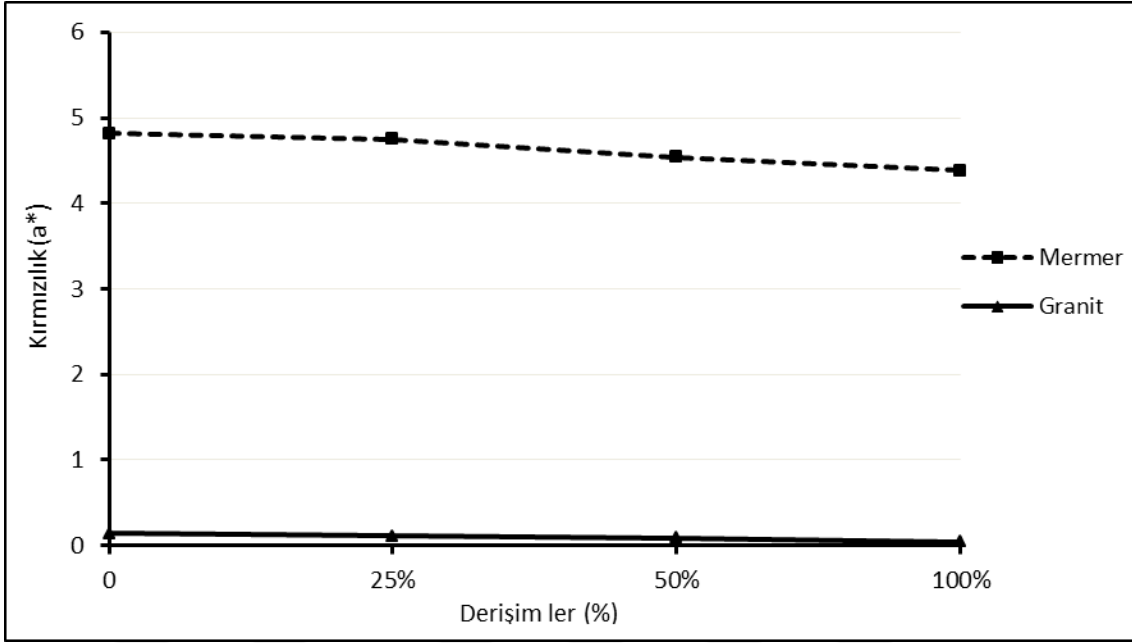


Şekil 4.136 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

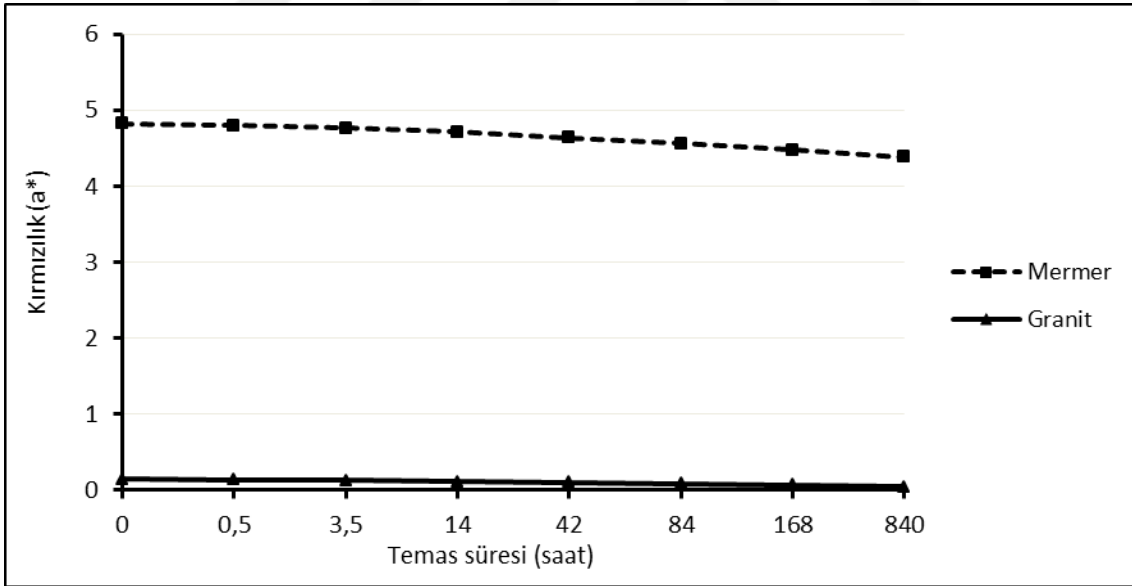


Şekil 4.137 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Sıvı ovma krem kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numuneleri yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.138 ve Şekil 4.139'daki grafiklerde, numunelere kimyasalın uygulamadan önceki ve sonraki yüzey yeşillik(-a*) /kırmızılık (+a*) değerleri gösterilmiştir. Kimyasalın derişimi ve maruz kalma süreleri arttıkça mermer ve granitin yüzey kırmızılık değeride azalmıştır. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu ve bu derişimin yüzeye uzun vadedeki temasında daha fazla etki yarattığı söylenebilir. İki numune arasında kıyas yapıldığında ise, mermerin granite göre yüzey kırmızılık tonu daha fazla azaldığı gözlemlenmiştir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey kırmızılık değeri 4,82 olup, yüksek derişimli kimyasalın uzun vadede numuneye uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat temas ettirildikten sonra) yüzey kırmızılık değeri 4,38'e düşmüştür. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey kırmızılık değeri 0,14 olup, kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 0,04'e inmiştir. Kırmızılık değerinin sıfıra yaklaşması veya sıfırın altına inmesi, numune yüzey renginin kırmızılıktan yeşile doğru kaydığını gösterir.



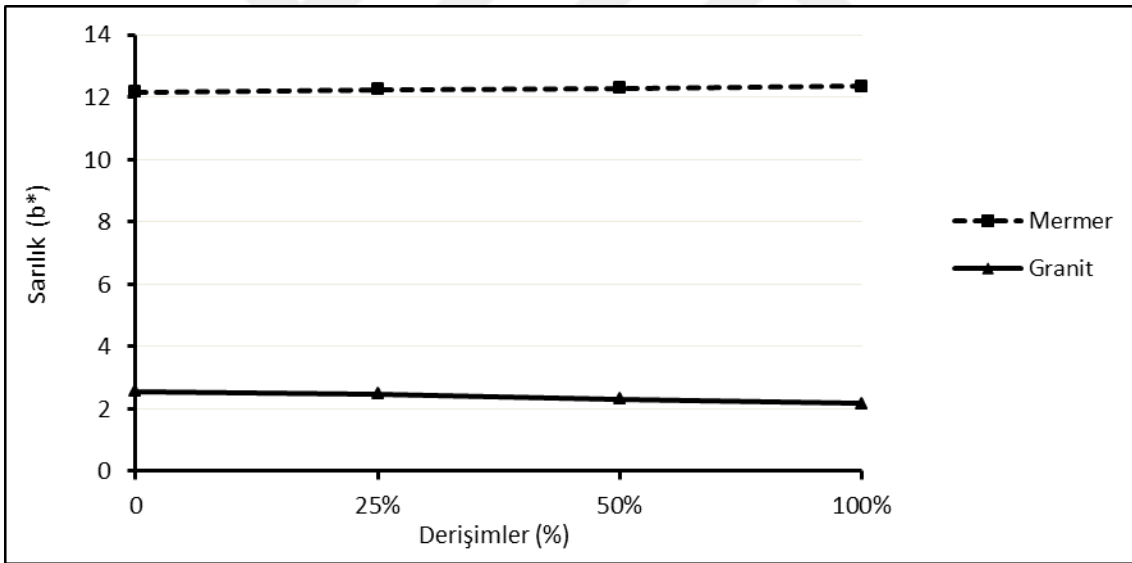
Şekil 4.138 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.



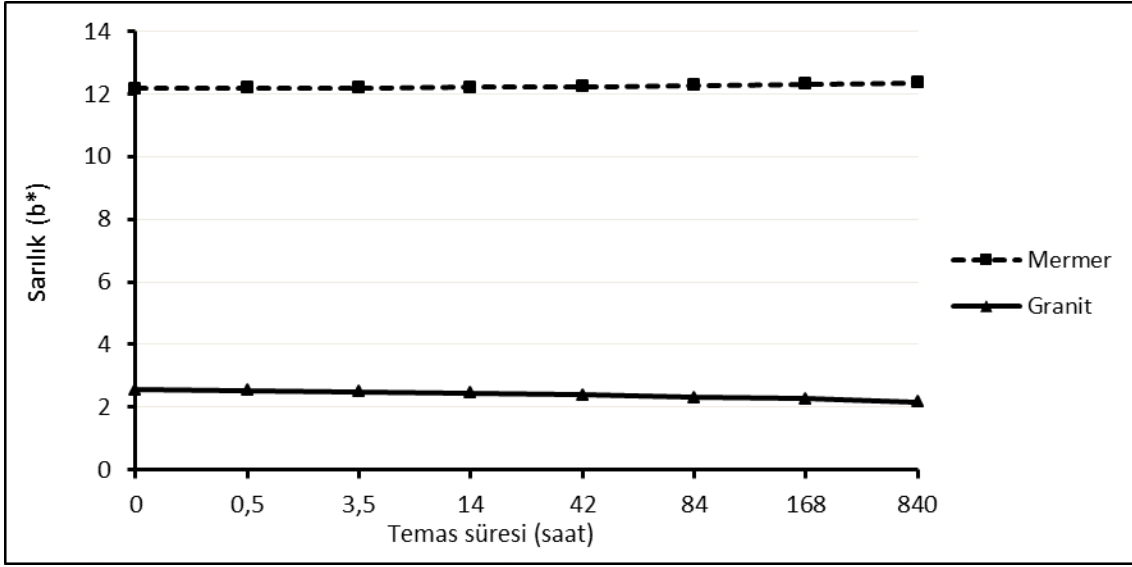
Şekil 4.139 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Sıvı ovma krem kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeyine uygulanmıştır. Şekil 4.140 ve Şekil 4.141'deki grafiklerde numunelere kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey sarılık (b^*)/mavilik($-b^*$)

değerleri gösterilmiştir. Kimyasalının derişimi ve maruziyet süreleri arttıkça buna paralel olarak mermer numunesinde sarılık tonu az miktarda artmış ve granit numunesinde de sarılık tonu az miktarda azalmıştır. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu ve bu derişimin yüzeye uzun vadedeki temasında daha fazla etki yarattığı söylenebilir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey sarılık değeri 12,17 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 12,36'a yükselmiştir. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey sarılık değeri 2,56 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 2,16'a inmiştir. Bunun sebebi, bazik karakterli sıvı ovma krem kimyasalının mermerdeki kalsiyum karbonatla, granittede demiroksit bileşenleriyle etkileşim göstermesi söylenebilir.

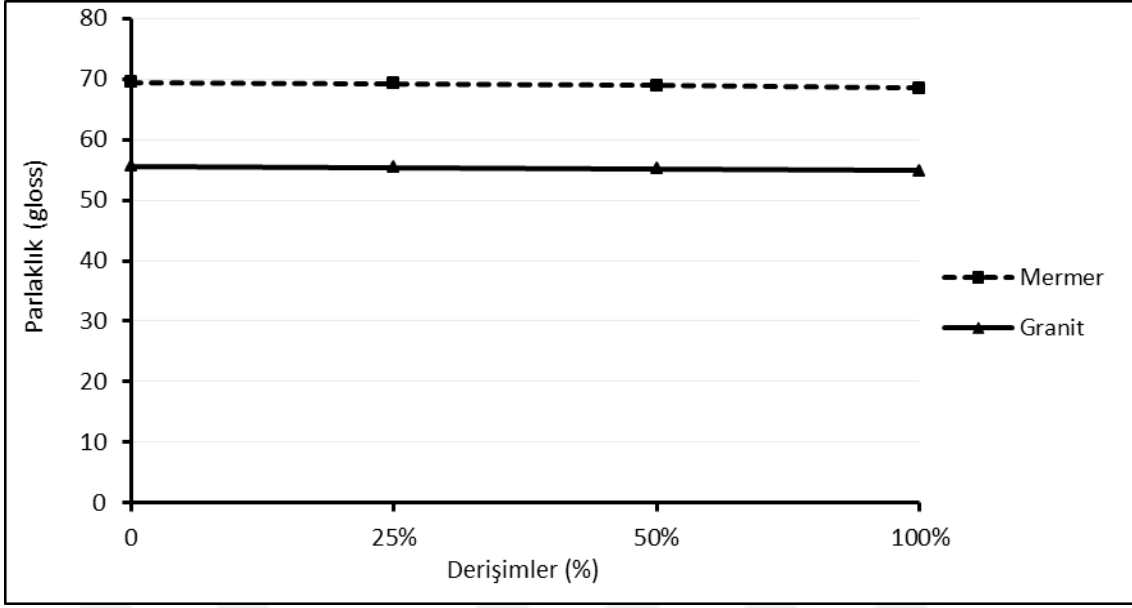


Şekil 4.140 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

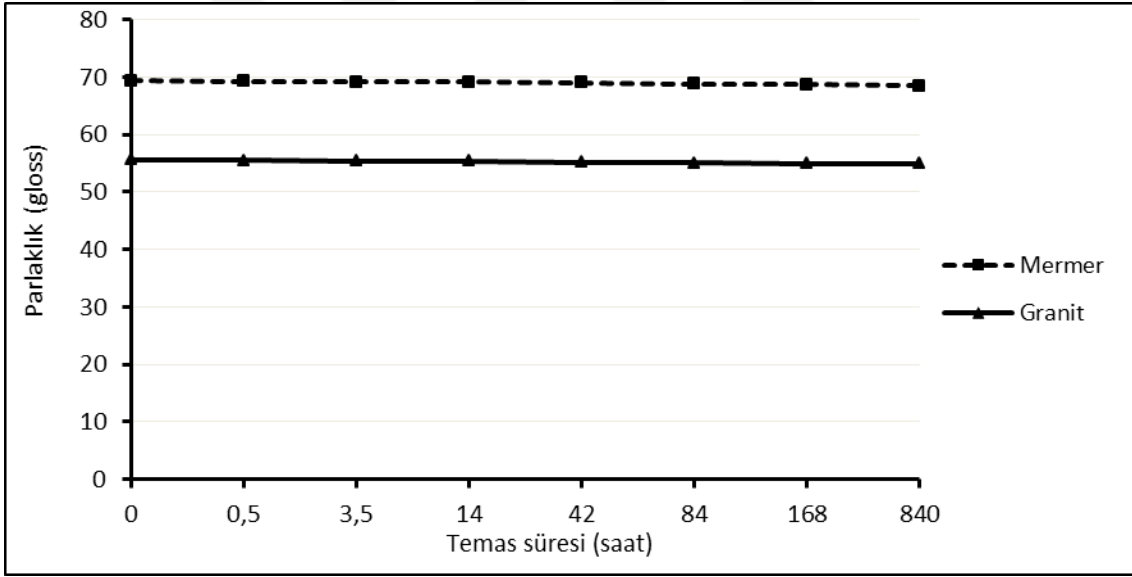


Şekil 4.141 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Sıvı ovma krem kimyasalının üç farklı derişimi doğal taşların yüzeylerine yedi farklı zaman diliminde uygulanmış ve sonrasında da numunelerin yüzey parlaklığı incelenmiştir. Şekil 4.142 ve Şekil 4.143’ deki grafiklerde görüldüğü üzere; kimyasalının maruziyet süresi ve derişimi arttıkça, buna paralel olarak mermer ve granitin yüzey parlaklığı minimal seviyede azalmıştır. Derişimler arasından % 100 konsantrasyonlu sıvı ovma krem kimyasalının uzun vadede mermer ve granit yüzeyindeki etkileşimi, diğer seyreltilmiş konsantrasyonlara ve kısa vadedeki temaslarına göre daha fazla olmuştur. Mermerin orijinalinde 69,4 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın derişim ve maruz kalma sürelerinin artışına paralel olarak az miktarda düşmüş olup, %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat (en uzun temas süresi) maruziyetinden sonra 68,5 gloss’a düşmüştür. Granitin orijinalinde 55,6 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın numuneye yüksek derişimde ve uzun vadede nufus etmesinden sonra yüzey parlaklığı 54,9 gloss’a düşmüştür. Sebebi ise; bazik karaktere sahip sıvı ovma krem kimyasalının mermer ve granit yüzeyini tahriş ediciliği olmamasından kaynaklandığı söylenebilir.



Şekil 4.142 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli sıvı ovma krem kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.



Şekil 4.143 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.

Yukarıdaki grafiklerde, sıvı ovma krem kimyasalının (LABSA) farklı derişim ve sürelerde granit ve mermer numunesi yüzeyine yaptığı etkiler ortaya konulmuştur. Numunelerde gerçekleşen deformasyon ve karakteristik eğilimler yakın çekim fotoğraflarla Şekil 4.144’ de sunulmuştur. Bu fotoğraflar kimyasalın numune yüzeyine en fazla etki ettiği süre/derişim dikkate alınarak konulmuştur (840 saat/%100 derişim).

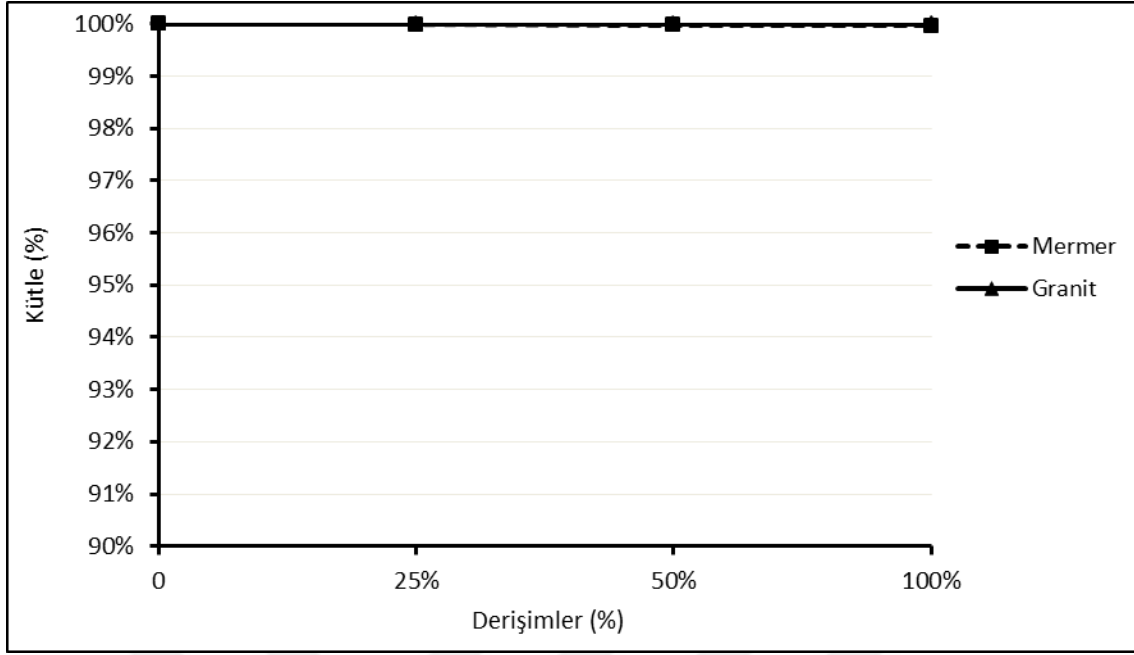


Şekil 4.144 840 saat süre boyunca %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalına temas eden granit numunesi **(a)**; 840 saat süre boyunca %100 derişimli sıvı ovma krem kimyasalına temas eden mermer numunesi **(b)**.

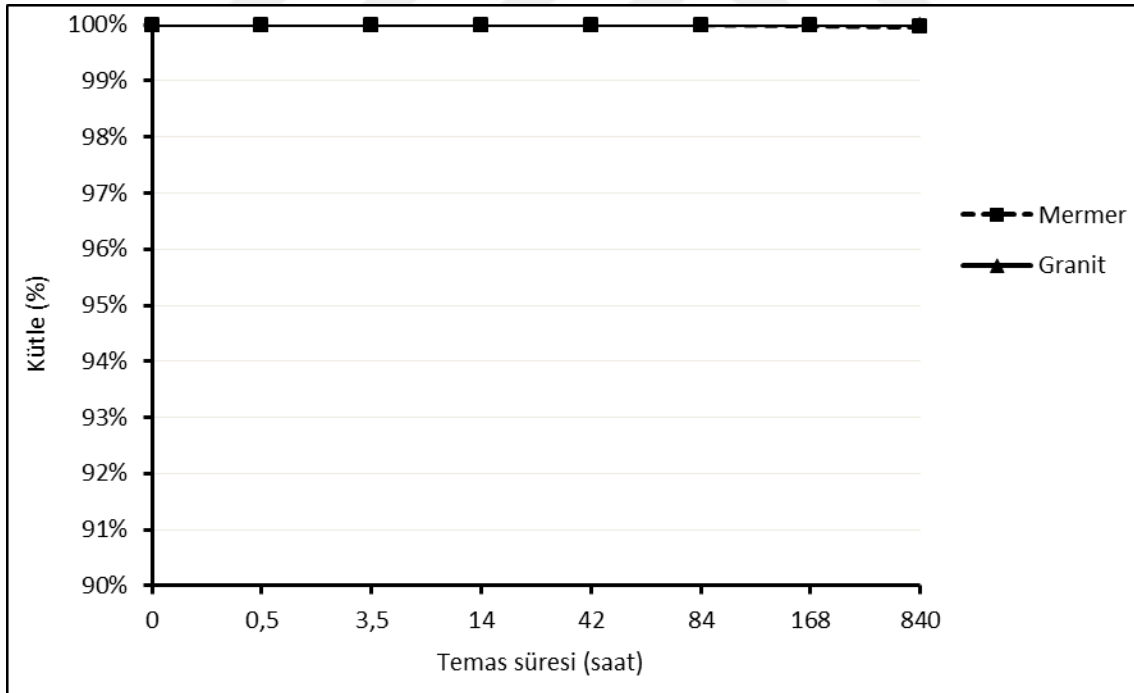
4.6.3 Nötr Yapıdaki Kimyasalların Etkisi

4.6.3.1 Bulaşık Deterjanı Kimyasalının Etkisi

Şekil 4.145 ve Şekil 4.146’ daki grafiklerde, mermer ve granit numune yüzeylerine bulaşık deterjanı kimyasalının farklı derişim ve farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu kütle değişim oranları gösterilmiştir. Grafiklerden görüleceği üzere, bulaşık deterjanı kimyasalının derişimi ve temas süresi arttıkça mermer ve granit numunesinin kütlesinde belirgin bir değişiklik meydana gelmemiştir. Bunun sebebi ise, bulaşık deterjanının karakteri nötr olduğu için, yapısal olarak sağlam olan mermer ve granit gibi doğal taşların yüzeylerinde belirgin bir etkileşim göstermemesi söylenebilir.

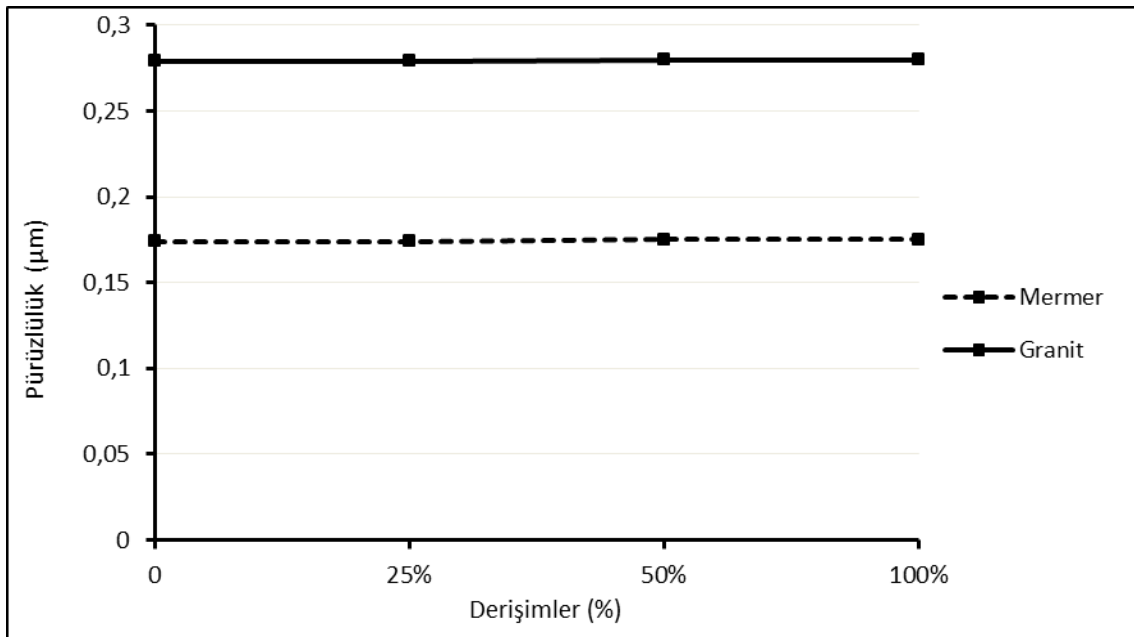


Şekil 4.145 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

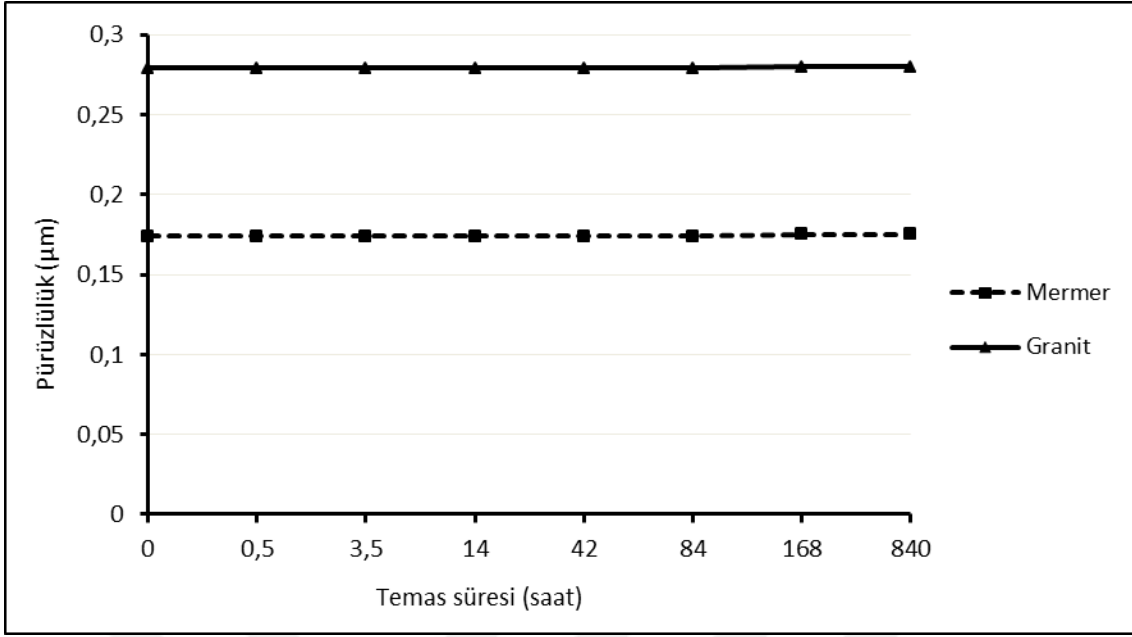


Şekil 4.146 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

Şekil 4.147 ve Şekil 4.148’ deki grafiklerde; bulaşık deterjanı kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı zaman dilimlerinde mermer ve granit yüzeylerine uygulanması sonucu pürüzlülük değerleri gösterilmiştir. Bulaşık deterjanı kimyasalının karakteri nötr olduğu için, grafiklerden de görüleceği üzere mermer ve granit yüzeyinde önemli bir aşınma/erozyon meydana gelmemiştir. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) numunelere teması sonrası mermer ve granitin yüzey pürüzlülüğünü 0,001 μm arttırdığı söylenebilir.

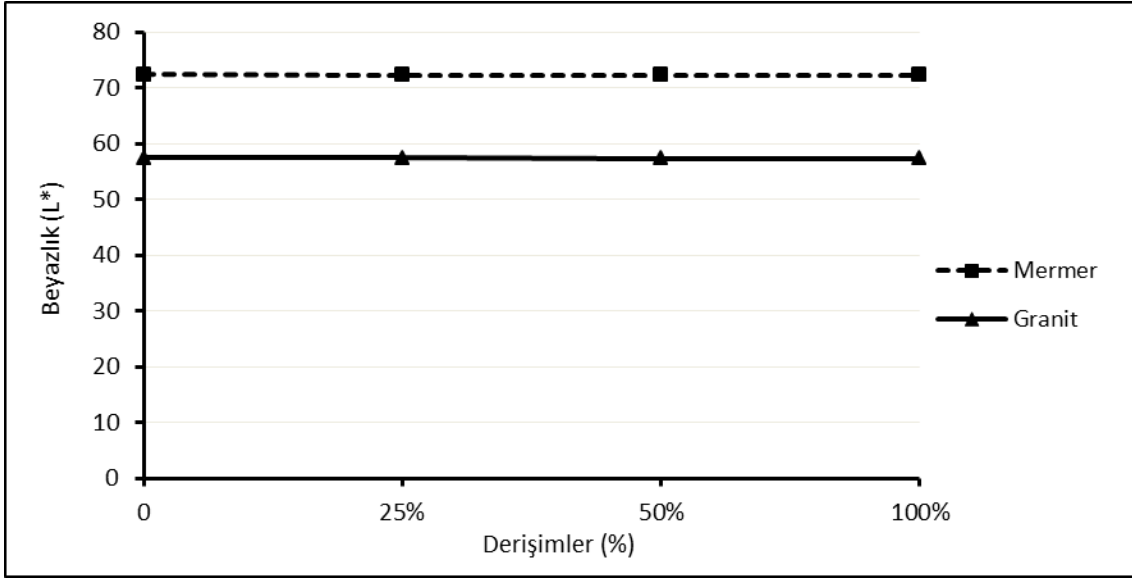


Şekil 4.147 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

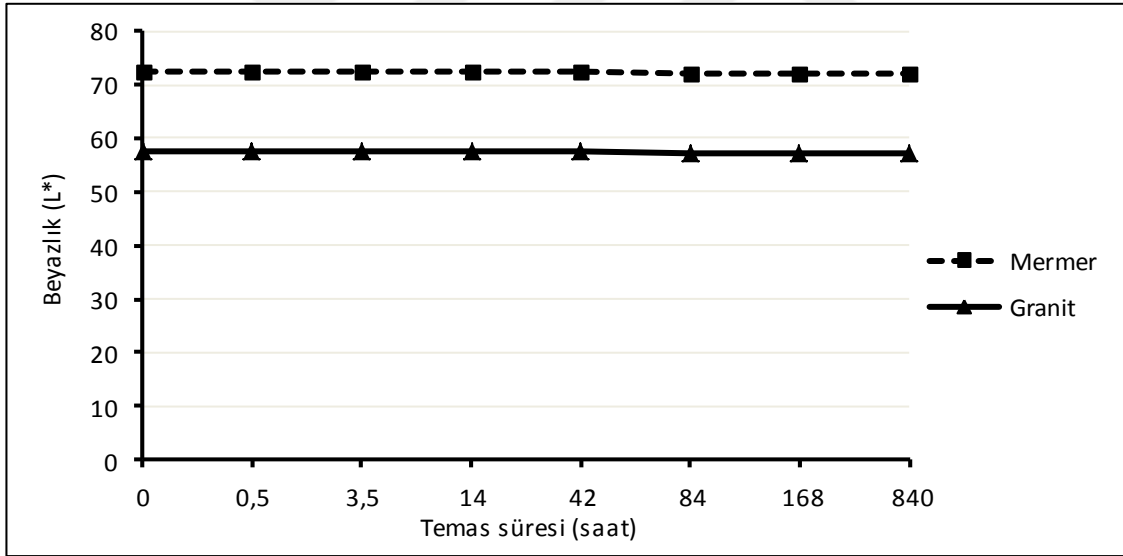


Şekil 4.148 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Bulaşık deterjanı kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeylerine uygulanmıştır. Şekil 4.149 ve Şekil 4.150’ deki grafikte, numunelere kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey beyazlık değerleri (L*) gösterilmiştir. Kimyasalın derişimi ve maruz kalma süresi arttıkça buna paralel olarak mermer ve granit numunelerin yüzey beyazlığında az miktarda bir değışim/azalma görölmüştür. Numune yüzeyine uygulanan üç farklı derişimler arasından en etkili %100 konsantrasyon olduğı ve bu derişimin uzun vadede yüzeye nüfus etmesiyle etki ettiğı söylenebilir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey beyazlığı %72,31 olup, uzun vadede yüksek derişimli kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey beyazlığı %72,21’e azalmıştır. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey beyazlığı %57,44 olup, uzun vadede yüksek derişimli kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey beyazlığı % 57,32’ ye azalmıştır.



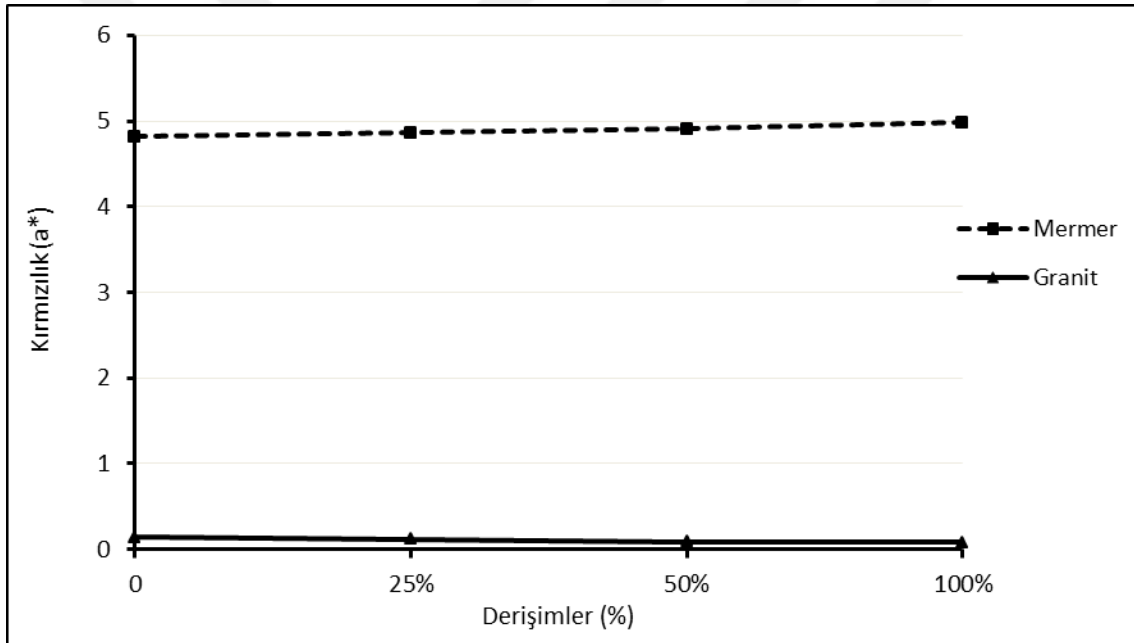
Şekil 4.149 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.



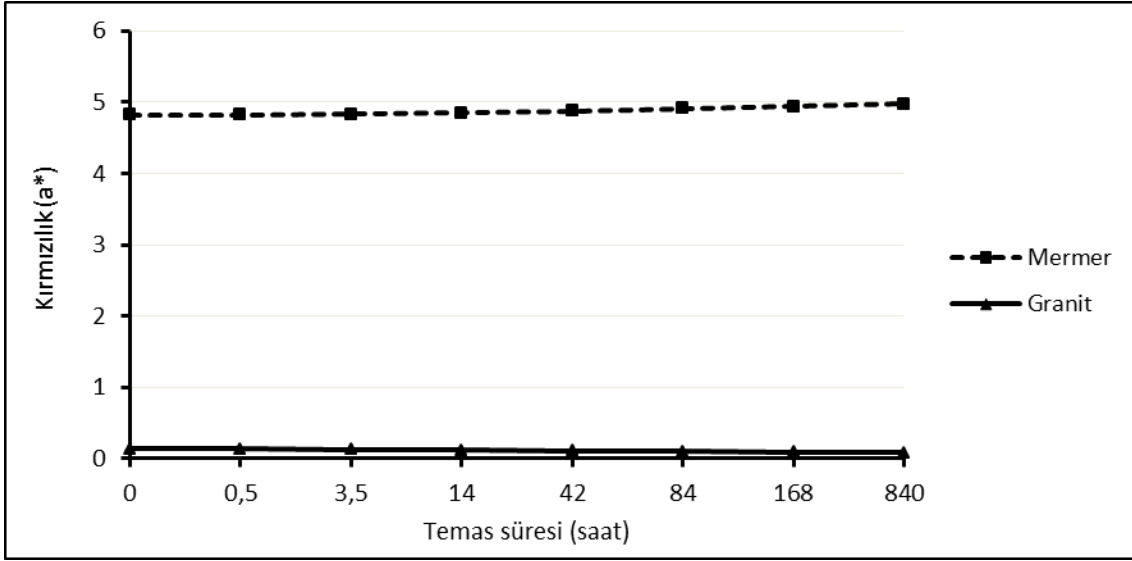
Şekil 4.150 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Bulaşık deterjanı kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeylerine uygulanmıştır. Şekil 4.151 ve Şekil 4.152’ deki grafiklerde, doğal taşlara bulaşık deterjanını uygulamadan önceki ve sonraki yüzey kırmızılık (+a*) /yeşillik (-a*) değerleri gösterilmiştir. Kimyasalının derişimi ve maruz kalma süreleri arttıkça mermerin yüzey kırmızılığı minimal seviyede artmış, granitin yüzey kırmızılık

değeri de az miktarda azalmıştır. Numune yüzeylerine uygulanan kimyasalların üç farklı derişimleri arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu ve bu derişimin yüzeye uzun vadedeki temasında daha fazla etki yarattığı söylenebilir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey kırmızılık değeri 4,82 olup, yüksek derişimli kimyasalın uzun vadede numuneye uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 4,98'e yükselmiştir. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey kırmızılık değeri 0,14 olup, kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 0,08'e azalmıştır.

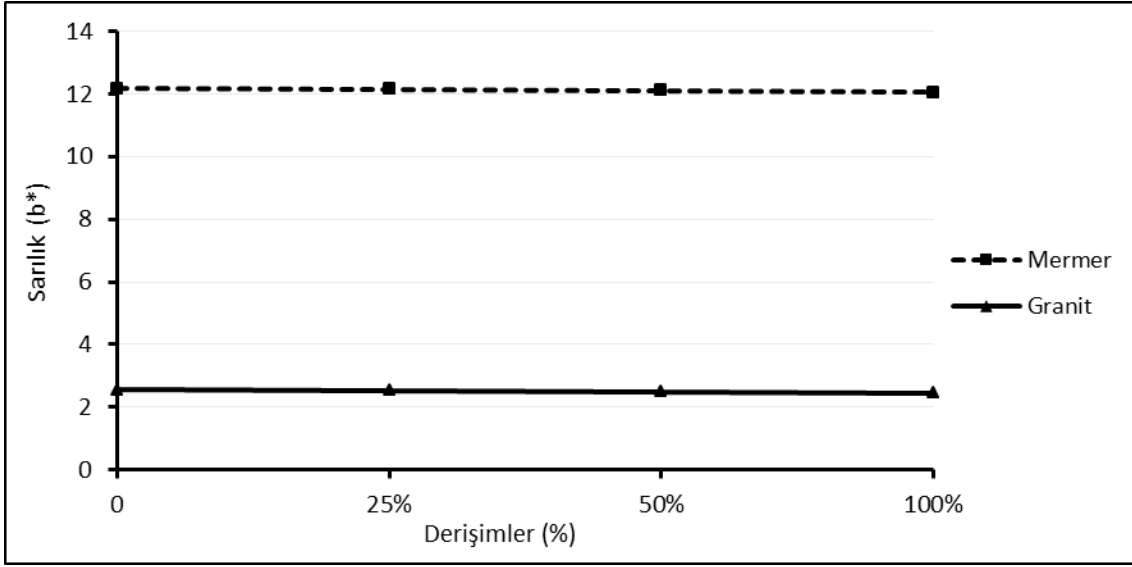


Şekil 4.151 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

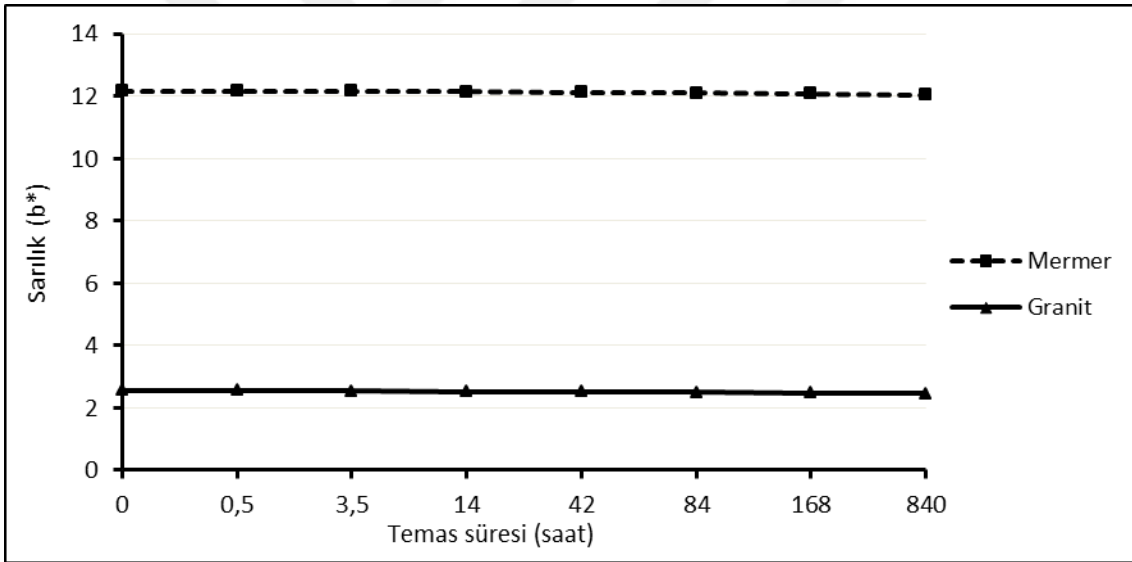


Şekil 4.152 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Bulaşık deterjanı kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeylerine uygulanmıştır. Şekil 4.153 ve Şekil 4.154’ deki grafiklerde numunelere kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey sarılık (b^*)/mavilik ($-b^*$) değerleri gösterilmiştir. Kimyasalın derişimi ve maruziyet süreleri arttıkça buna paralel olarak mermer ve granit numunesinde çok az miktarda sarılık renk tonu azalmıştır. Numune yüzeyine uygulanan kimyasalların üç farklı derişimleri arasında en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu ve bu derişimin yüzeye uzun vadedeki temasında daha fazla etki yarattığı söylenebilir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey sarılık değeri 12,17 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 12,05’ e düşmüştür. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey sarılık değeri 2,56 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 2,46’ a düşmüştür. Bunun sebebi ise, nötr karakterli bulaşık deterjanı kimyasalının mermerdeki kalsiyum karbonatla, granittede demiroksit bileşenleriyle etkileşim göstermesi söylenebilir.



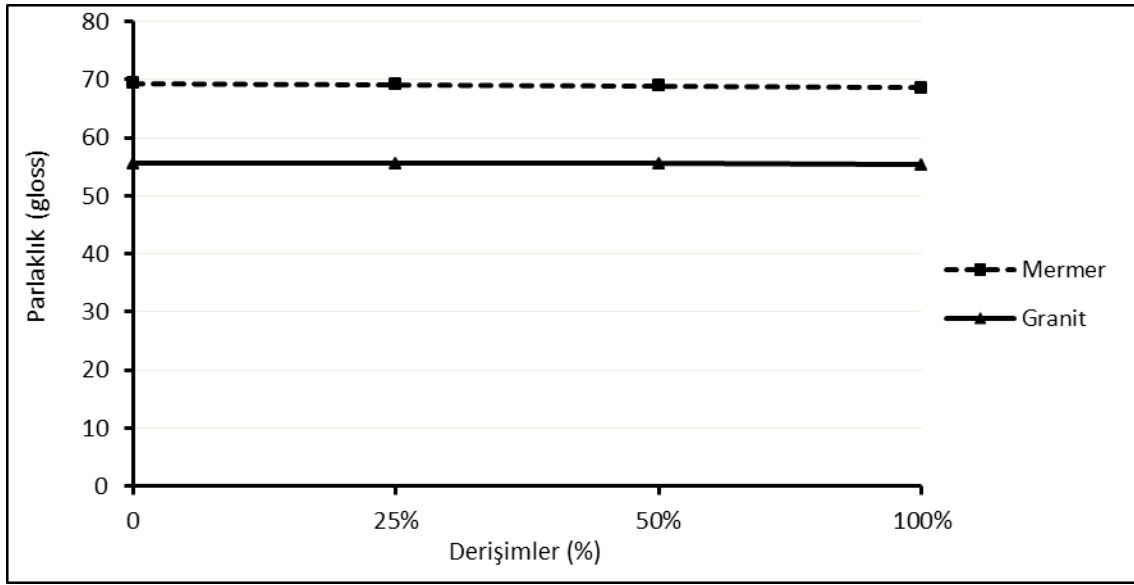
Şekil 4.153 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.



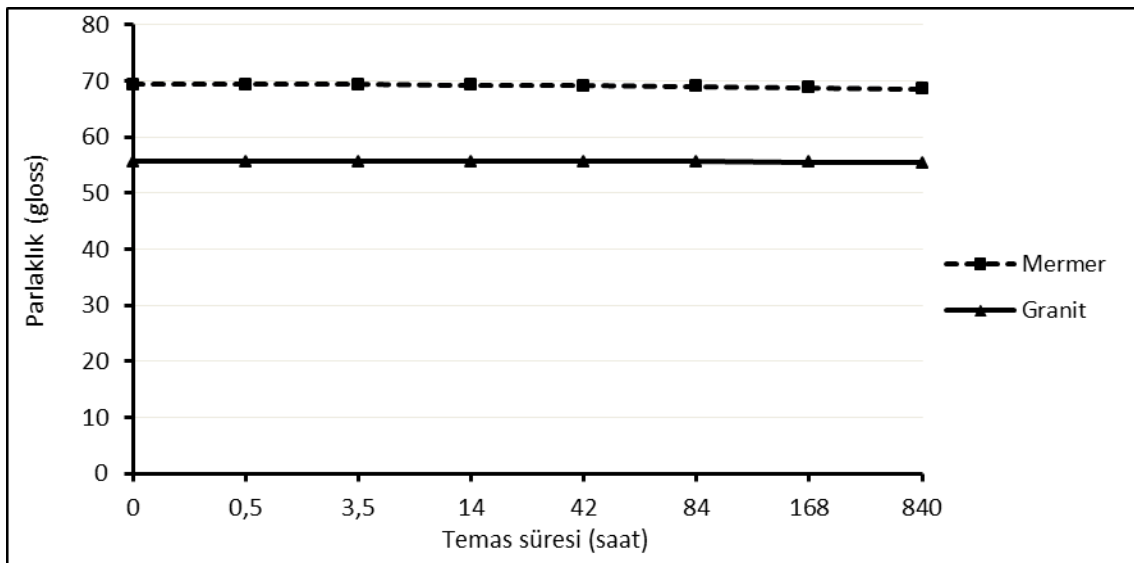
Şekil 4.154 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Bulaşık deterjanı kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı zaman diliminde numune yüzeylerine uygulanmış ve sonrasında yüzey parlaklık değerleri (artış/azalış) incelenmiştir. Şekil 4.155 ve Şekil 4.156’ deki grafiklerde görüldüğü üzere; bulaşık kimyasalının maruziyet süresi ve derişimi arttıkça, buna paralel olarak mermer ve granitin yüzey parlaklığı minimal seviyede azalmıştır. İki numunede oluşan parlaklık kayıplarına bakıldığında, mermerin granite göre daha fazla olduğu söylenebilir. Derişimler arasından % 100 konsantrasyonlu bulaşık deterjanı kimyasalının uzun

vadede mermer ve granit yüzeyindeki etkileşimi, diğer seyreltilmiş konsantrasyonlara ve kısa vadedeki temaslarına göre daha fazla olmuştur. Mermerin orijinalinde 69,4 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın derişim ve maruz kalma sürelerinin artışına paralel olarak az miktarda düşmüş olup, %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat (en uzun temas süresi) maruz kalmasından sonra 68,6 gloss’a düşmüştür. Granitin orijinalinde 55,6 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın numuneye yüksek derişimde ve uzun vadede maruziyetinden sonra yüzey parlaklığı 55,4 gloss’a düşmüştür.



Şekil 4.155 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi



Şekil 4.156 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.

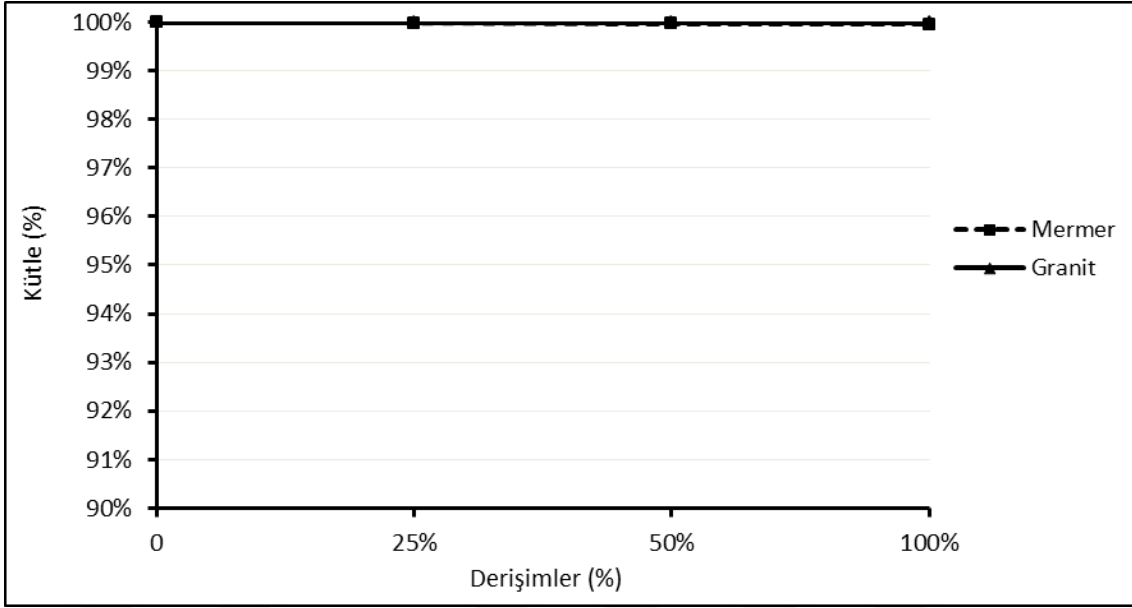
Yukarıdaki grafiklerde, bulaşık deterjanı kimyasalının ($\text{NaOH}+\text{SO}_3\text{H}$) farklı derişim ve sürelerde granit ve mermer numunesi yüzeyine yaptığı etkiler ortaya konulmuştur. Numunelerde gerçekleşen deformasyon ve karakteristik eğilimler yakın çekim fotoğraflarla Şekil 4.157’ de sunulmuştur. Bu fotoğraflar kimyasalın numune yüzeyine en fazla etki ettiği süre/derişim dikkate alınarak konulmuştur (840 saat/%100 derişim).



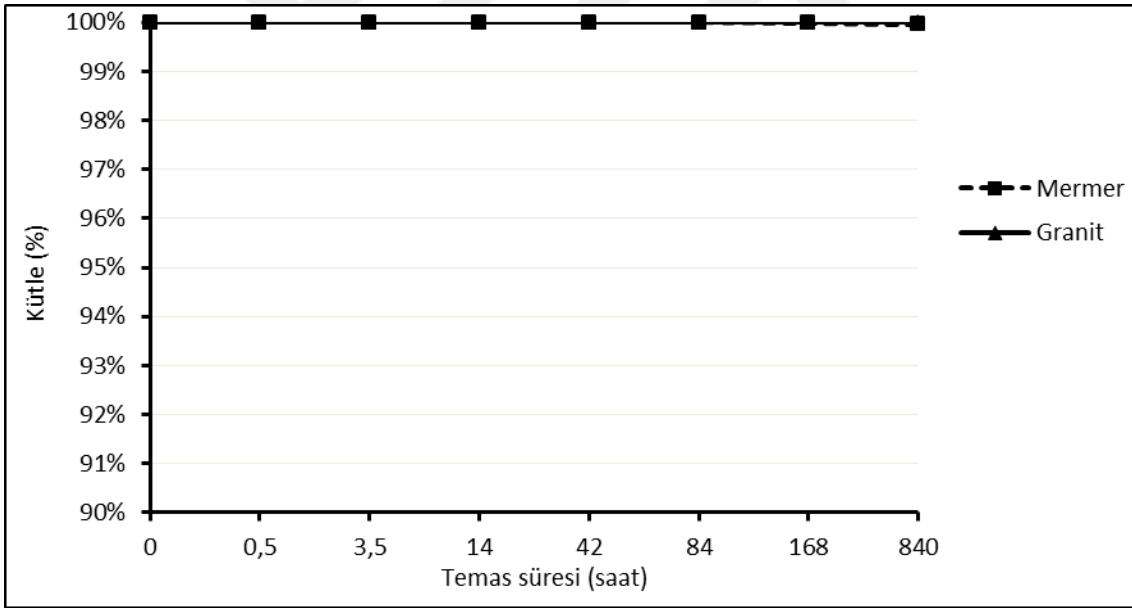
Şekil 4.157 840 saat süre boyunca %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalına temas eden granit numunesi (a); 840 saat süre boyunca %100 derişimli bulaşık deterjanı kimyasalına temas eden mermer numunesi (b).

4.6.3.2 Yüzey Temizleyicisi Kimyasalının Etkisi

Mermer ve granit numune yüzeylerine yüzey temizleyicisi kimyasalının üç farklı derişimi yedi farklı sürelerde maruz kalmış, sonucunda kütle değişimleri incelenmiştir. Şekil 4.158 ve Şekil 4.159’ daki grafiklerde görüleceği üzere, yüzey temizleyicisi kimyasalının derişimi ve temas süresi arttıkça mermer ve granit numunesinin kütlelerinde belirgin bir değişiklik meydana gelmemiştir. Bunun sebebi ise, yüzey temizleyicisi karakteri nötr olduğu için mermer ve granit yapısındaki minerallerle herhangi bir reaksiyon göstermemesinden kaynaklandığı söylenebilir.



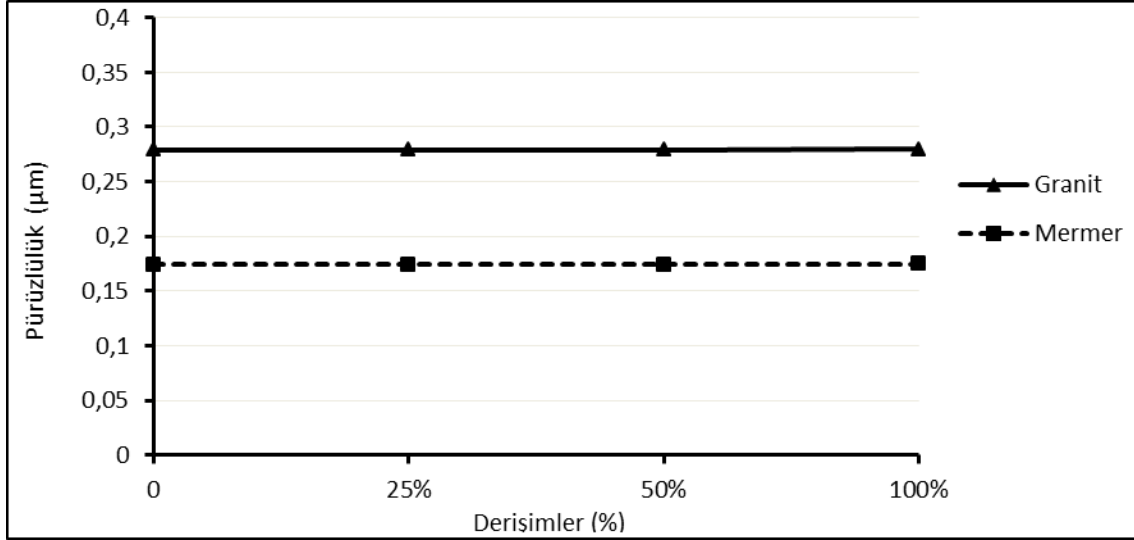
Şekil 4.158 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyici kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.



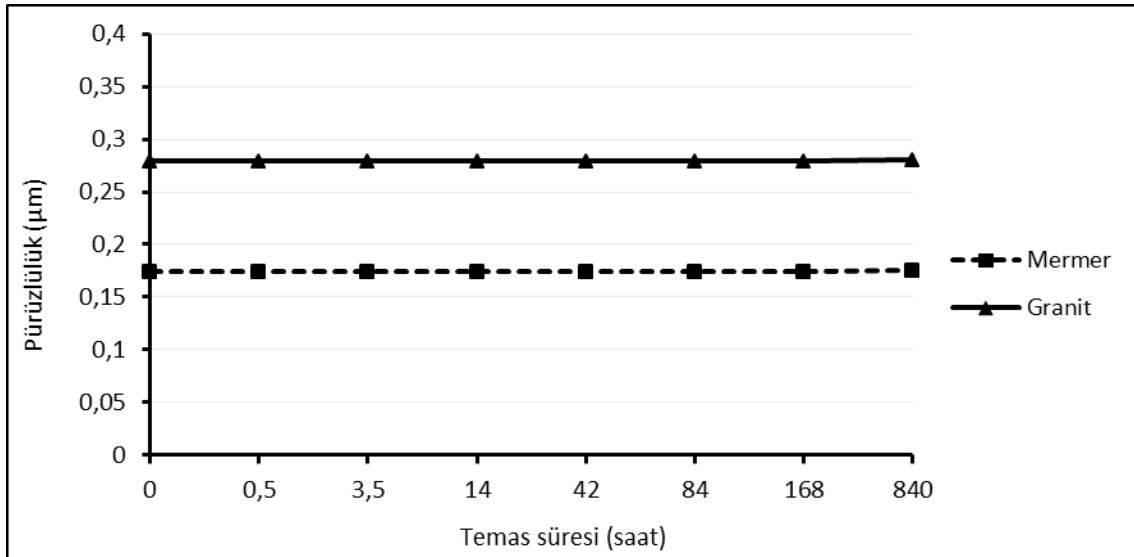
Şekil 4.159 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyici kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu kütle değerlerine etkisi.

Yüzey temizleyicisi kimyasalının üç farklı derişimleri, yedi farklı zaman dilimlerinde mermer ve granit yüzeylerine uygulanmış, sonucunda pürüzlülük değerlerindeki derişimler incelemiştir. Şekil 4.160 ve Şekil 4.161’ deki grafiklerde görüleceği üzere, yüzey temizleyicisi kimyasalının uygulanması sonucu mermer ve granit yüzeyinde

önemli bir aşınma/erozyon meydana gelmemiştir. Numune yüzeyine uygulanan kimyasalın üç farklı derişimleri arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu, bu derişiminde 840 saat (en uzun maruziyet süresi) numunelere teması sonrası mermer ve granitin yüzey pürüzlülüğünü 0,001 μm arttırdığı söylenebilir.



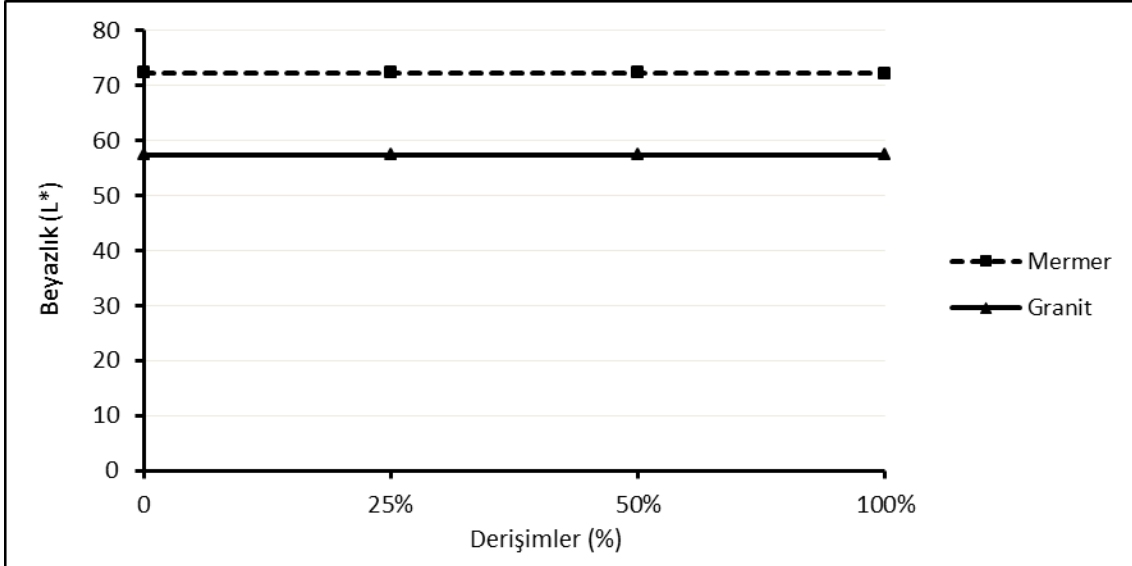
Şekil 4.160 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyici kimyasalın 840 saat maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.



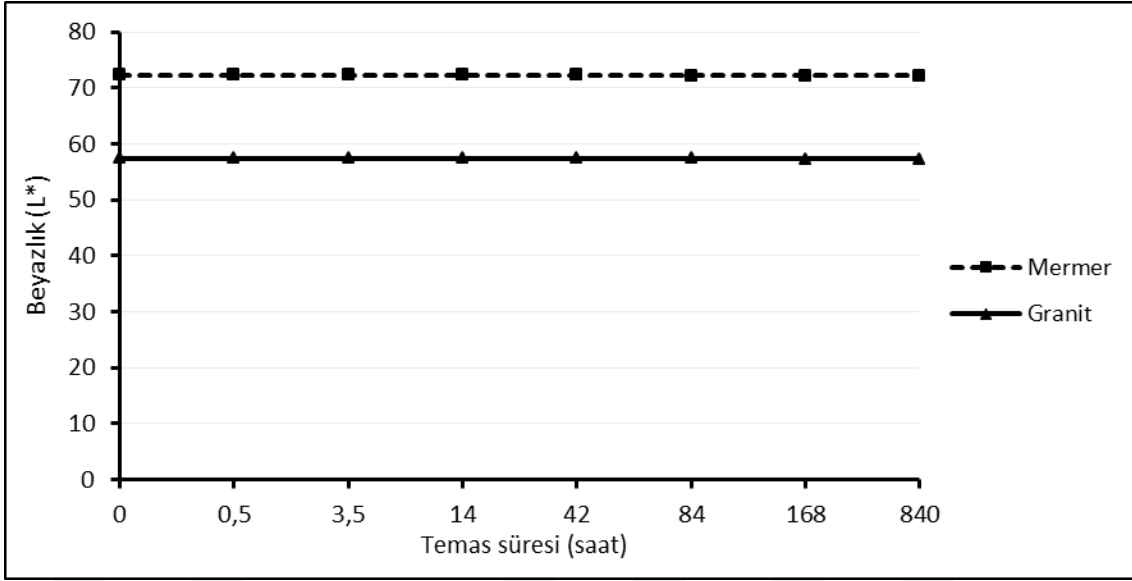
Şekil 4.161 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyici kimyasalın yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey pürüzlülüğüne etkisi.

Yüzey temizleyicisi kimyasalın üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeylerine uygulanmıştır. Şekil 4.162 ve Şekil 4.163 ' deki grafikte,

numunelere kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey beyazlık değerleri (L*) gösterilmiştir. Kimyasalın derişimi ve maruz kalma süresi arttıkça buna paralel olarak mermer ve granit numunelerin yüzey beyazlığında minimal bir seviyede değişim/azalma görölmüştür. Numune yüzeyine uygulanan kimyasalın üç farklı derişimleri arasında en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu ve bu derişimin uzun vadede yüzeye nüfus etmesiyle etki ettiği söylenebilir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey beyazlığı %72,31 olup, uzun vadede yüksek derişimli kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey beyazlığı %72,19'e azalmıştır. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey beyazlığı %57,44 olup, uzun vadede yüksek derişimli kimyasalın temas etmesiyle (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey beyazlığı %57,30'a düşmüştür.

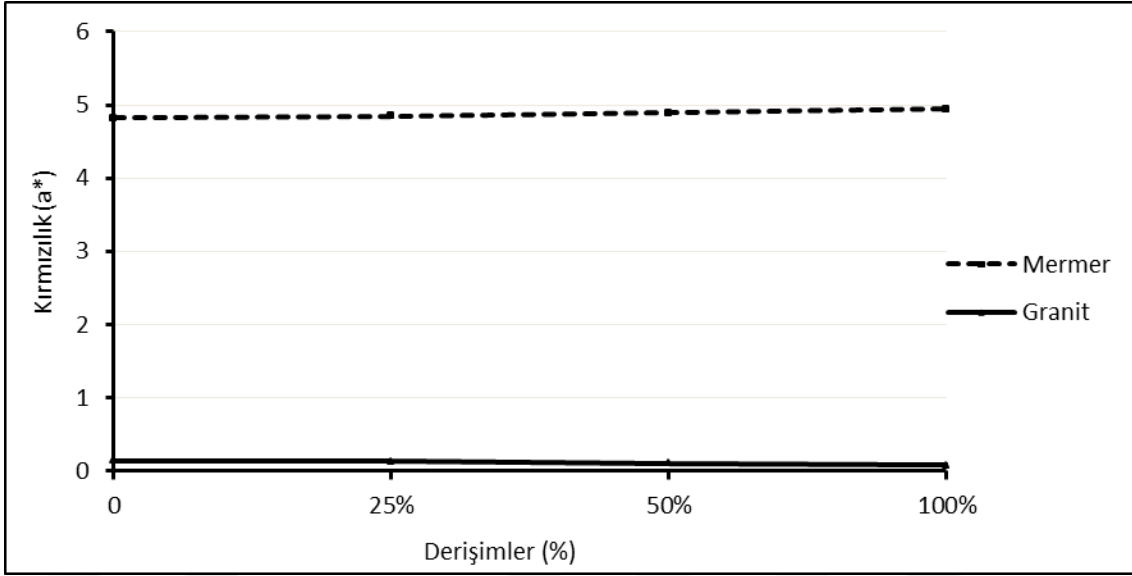


Şekil 4.162 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyici kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

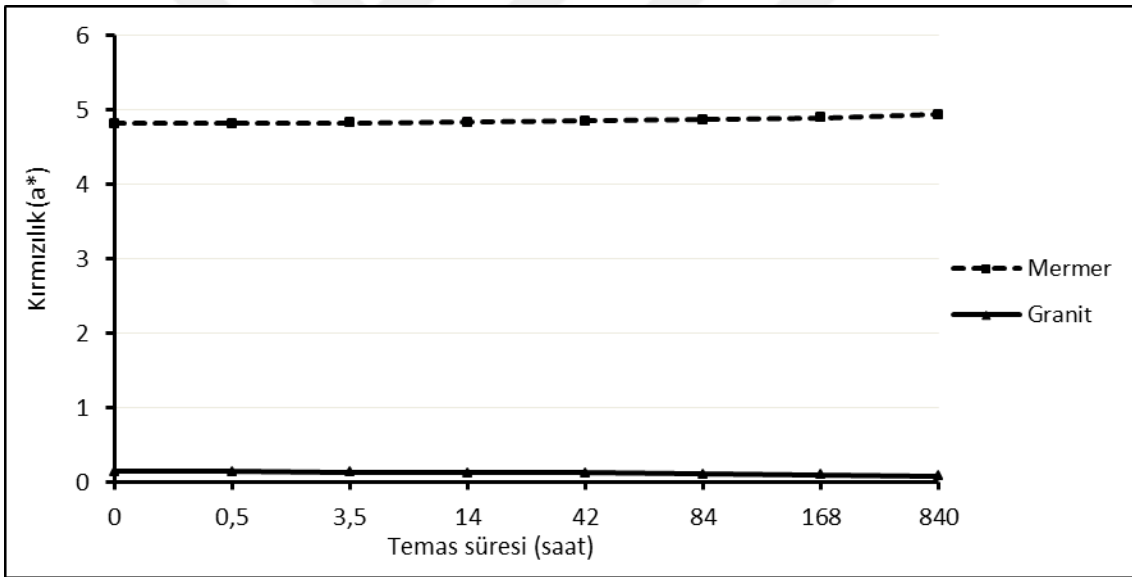


Şekil 4.163 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyici kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (beyazlık) etkisi.

Yüzey temizleyicisi kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeylerine uygulanmıştır. Şekil 4.164 ve Şekil 4.165’ deki grafiklerde, numunelere kimyasalın uygulanmadan önceki ve sonraki yüzey kırmızılık (+a*)/(yeşillik(-a*)) değerleri gösterilmiştir. Kimyasalının derişimi ve maruz kalma süreleri arttıkça mermerin yüzey kırmızılığı minimal seviyede artmış, granitin yüzey kırmızılık değeri de az miktarda azalmıştır. Numune yüzeyine uygulanan kimyasalın üç farklı derişimleri arasından en etkilisi %100 konsantrasyon olduğu ve bu derişimin yüzeye uzun vadedeki (840 saat) temasında daha fazla etki yarattığı söylenebilir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey kırmızılık değeri 4,82 olup, yüksek derişimli kimyasalın uzun vadede numuneye uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 4,94’e yükselmiştir. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey kırmızılık değeri 0,14 olup, kimyasalın uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey kırmızılık değeri 0,08’e azalmıştır.



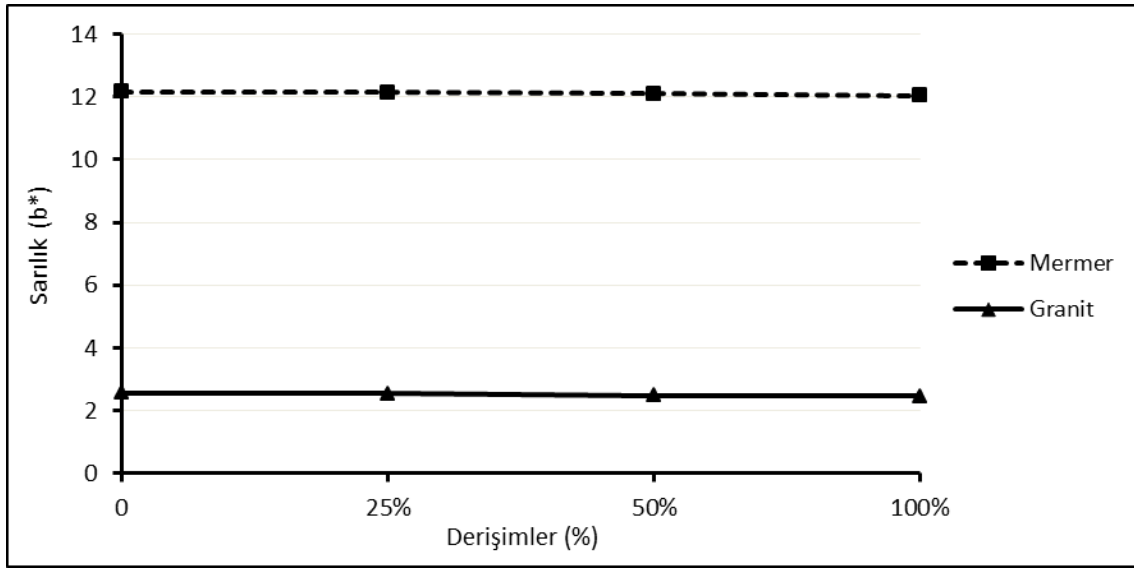
Şekil 4.164 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyici kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.



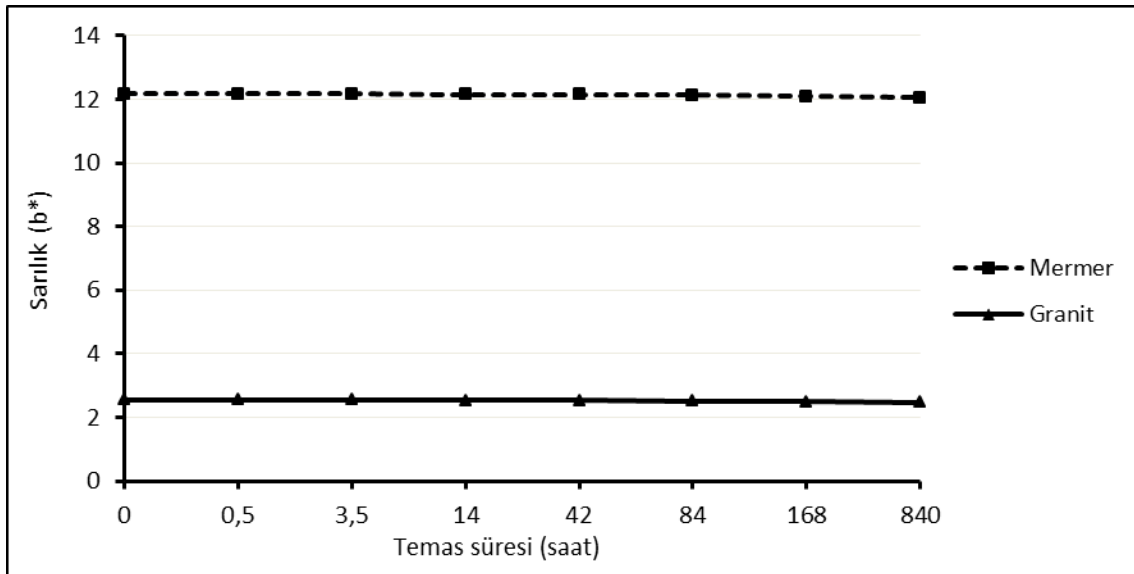
Şekil 4.165 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyici kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (kırmızılık) etkisi.

Yüzey temizleyicisi kimyasalının üç farklı derişimleri yedi farklı sürelerde mermer ve granit numune yüzeylerine uygulanmıştır. Şekil 4.166 ve Şekil 4.167’ deki grafiklerde numunelere kimyasal uygulamadan önceki ve sonraki yüzey sarılık (b^*)/mavilik ($-b^*$) değerleri gösterilmiştir. Kimyasalının derişimi ve maruziyet süreleri arttıkça buna paralel olarak mermer ve granit yüzey sarılık değeri minimal seviyede azalmıştır. Numune yüzeyine uygulanan kimyasalın üç farklı derişimleri arasından en etkilisi %100

konsantrasyon olduğu ve bu derişimin yüzeye uzun vadedeki (840 saat) temasında daha fazla etki yarattığı söylenebilir. Kimyasal uygulamadan önce mermerin yüzey sarılık değeri 12,17 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 12,05'e düşmüştür. Granit numunesinde ise, kimyasal uygulamadan önce yüzey sarılık değeri 2,56 olup, kimyasalın yüksek derişimde uzun vadede uygulanmasıyla (%100 derişimde 840 saat maruziyetinden sonra) yüzey sarılık değeri 2,47'ye inmiştir.

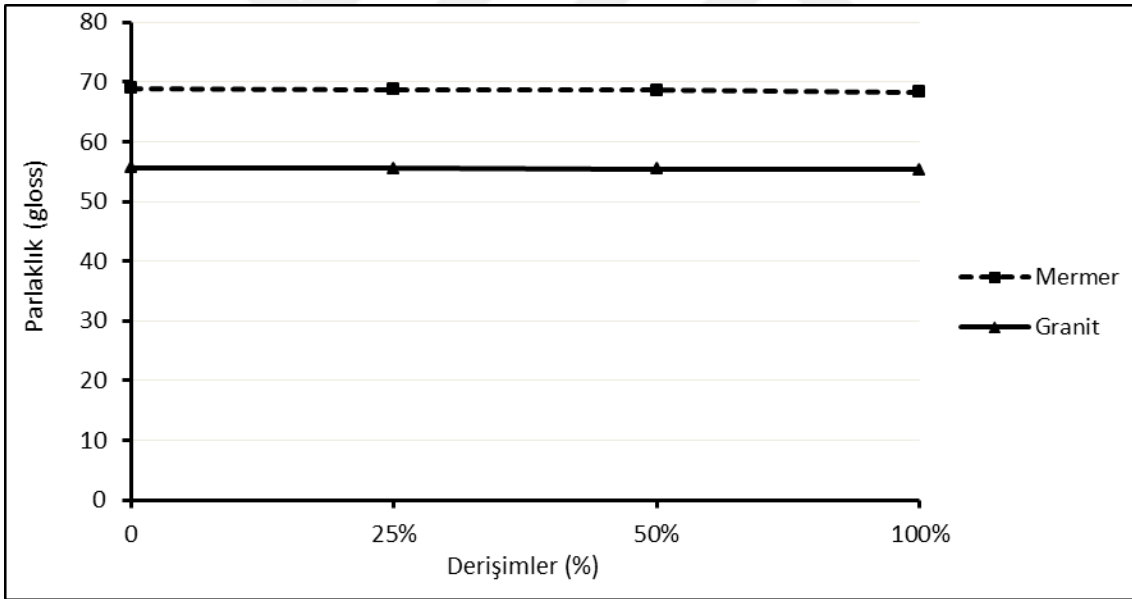


Şekil 4.166 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyici kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

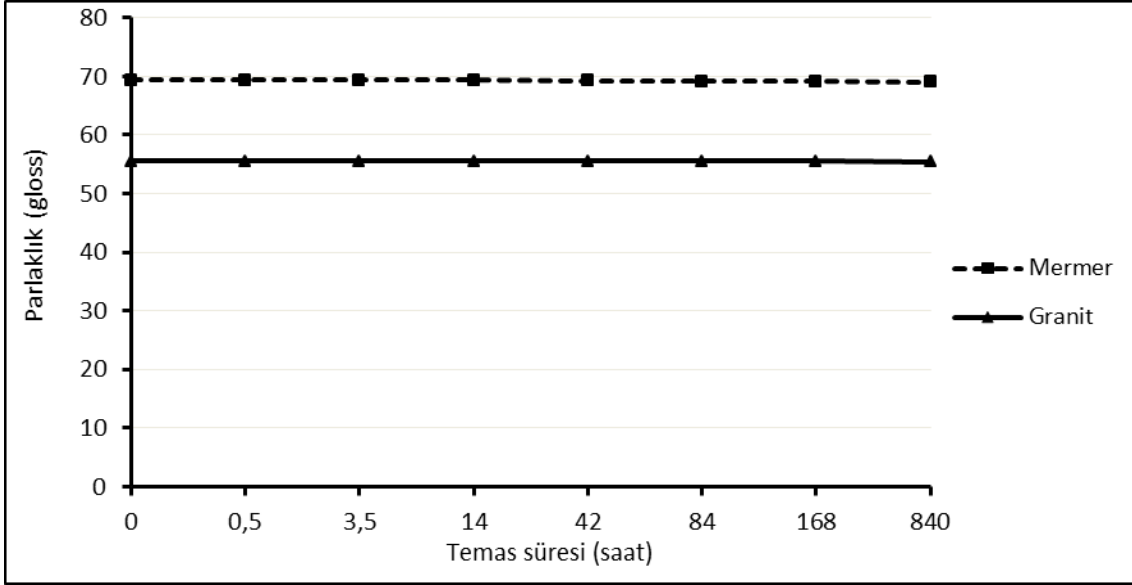


Şekil 4.167 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyici kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey rengine (sarılık) etkisi.

Yüzey temizleyicisi kimyasalının üç farklı derişimi, yedi farklı zaman dilimlerinde numune yüzeylerine uygulanmıştır. Şekil 4.168 ve Şekil 4.169’ daki grafiklerde görüldüğü üzere, kimyasalının maruziyet süresi ve derişimi arttıkça, mermer ve granitin yüzey parlaklığı minimal seviyede azalmıştır. İki numunedeki yüzey parlaklık kayıplarına bakıldığında, mermerin granite göre daha fazla olduğu söylenebilir. % 100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalının uzun vadede mermer ve granit yüzeyindeki etkisi, diğer seyreltilmiş konsantrasyonlara ve kısa vadedeki temaslarına göre daha fazla olmuştur. Mermerin orijinalinde 69,4 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın derişim ve maruz kalma sürelerinin artışına paralel olarak az miktarda düşmüş olup, %100 derişimde (en yüksek derişim) 840 saat (en uzun temas süresi) maruziyetinden sonra 68,3 gloss’a düşmüştür. Granitin orijinalinde 55,6 gloss olan yüzey parlaklığı, kimyasalın numuneye yüksek derişimde ve uzun vadede nufus etmesinden sonra yüzey parlaklığı 55,3 gloss’a düşmüştür.

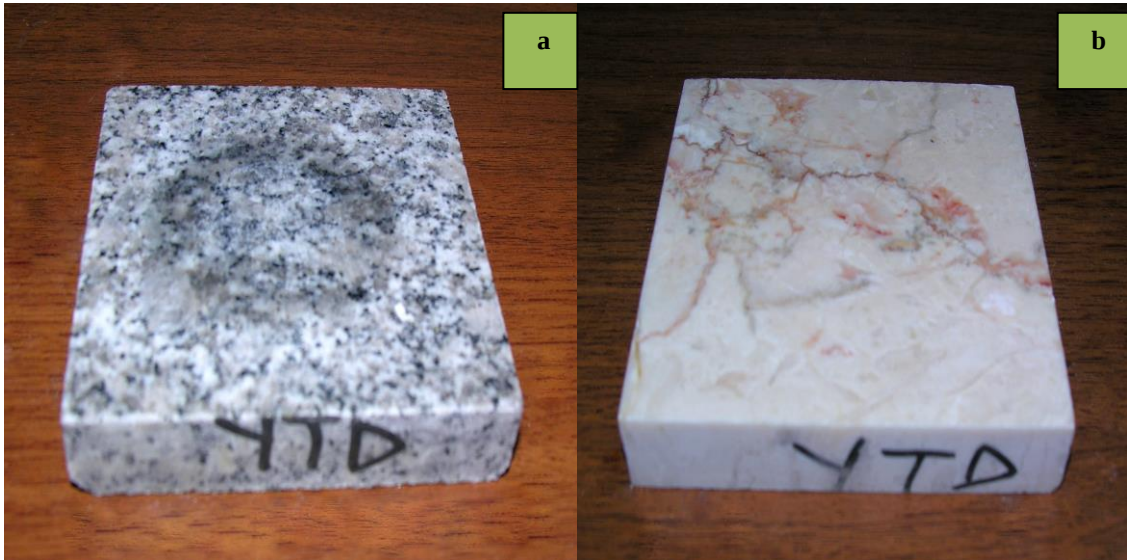


Şekil 4.168 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan üç farklı derişimli yüzey temizleyici kimyasalının 840 saat maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.



Şekil 4.169 Mermer ve granit yüzeyine uygulanan %100 derişimli yüzey temizleyici kimyasalının yedi farklı sürelerdeki maruziyeti sonucu yüzey parlaklığına etkisi.

Yukarıdaki grafiklerde, yüzey temizleyici kimyasalının (LABSA) farklı derişim ve sürelerde granit ve mermer numunesi yüzeyine yaptığı etkiler ortaya konulmuştur. Numunelerde gerçekleşen deformasyon ve karakteristik eğilimler yakın çekim fotoğraflarla Şekil 4.170’ de sunulmuştur. Bu fotoğraflar kimyasalın numune yüzeyine en fazla etki ettiği süre/derişim dikkate alınarak konulmuştur (840 saat/%100 derişim).



Şekil 4.170 840 saat süre boyunca %100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalına temas eden granit numunesi (a); 840 saat süre boyunca %100 derişimli yüzey temizleyicisi kimyasalına temas eden mermer numunesi (b).

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında asidik (kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü), bazik (çamaşır suyu, yağ çözücü, sıvı ovma krem, arap sabunu) ve nötr (bulaşık deterjanı ve yüzey temizleyicisi) karaktere sahip çeşitli temizlik kimyasallarının, satışa sunulan haliyle parlatılmış iki farklı doğal taş olan mermer ve granitin yüzey özelliklerine (yüzey parlaklığı, pürüzlülüğü, renk değişimi) ve kütle kaybına etkisi incelenmiştir. Deneysel çalışmalarda iki temel parametre olarak kimyasalların derişimi ve taş yüzeyinin kimyasala maruz bırakılma süresi göz önüne alınmıştır. Doğal taşların kimyasal ve fiziksel özellikleri, doğal taşların her bir özelliğine bu kimyasalların nasıl etki ettiğine ilişkin elde edilen sonuçlar ve iki doğal taşın birbiriyle kıyaslanmasına ilişkin sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Rozalya Bej Mermeri; tamamen kalsitten oluşan mikro kristal dokulu, çatlaklı yapıya sahip bir sedimanter bir kayadır. Orijinal yüzey pürüzlülüğü 0,174 μm , yüzey parlaklığı 69,4 gloss, yüzey beyazlığı değeri 72,31, yüzey kırmızılık değeri 4,82, yüzey sarılık değeri 12,17, su emme değeri % 0,26, porozite hacmi % 0,4417, porozite yüzey alanı 0,122 m^2/g , porozite çapı 64,8 nm'dir.

Aksaray Yaylak Graniti; mineralojik bileşim olarak plajioklas, kuvars, ortoklas, biyotit ve opak minerallerinden oluşan makro kristal dokulu, çatlaklı yapısı olmayan magmatik bir kayadır. Orijinal yüzey pürüzlülüğü 0,279 μm , yüzey parlaklığı 55,6 gloss, yüzey beyazlığı değeri 57,44, yüzey kırmızılık değeri 0,14, yüzey sarılık değeri 2,56, su emme değeri %24, porozite hacmi % 0,7563, porozite yüzey alanı 0,193 m^2/g , porozite çapı 71,3 nm'dir.

Doğal taşların yüzey özelliklerine en fazla etki eden/değiştiren kimyasallar sırasıyla kezzap, tuz ruhu, kireç çözücü; en az etki eden kimyasallar ise bulaşık deterjanı, yüzey temizleyicisi, arap sabunu olduğu belirlenmiştir.

Doğal taşların günlük, haftalık, aylık, 3 aylık, 6 aylık, 1 yıllık ve 5 yıllık kullanım süresi içinde maruz kaldığı temizlik kimyasallarının etkisi, en fazla yüksek derişimde uzun vadede gerçekleştiğı, derişimleri ve temas süreleri arttıkça yüzey deformasyonlarında arttığı belirlenmiştir.

Doğal taşların yüzeyine uygulanan asidik özellikli kimyasalların derişimi ve temas süreleri arttıkça; Rozalya Bej Mermerin yüzey parlaklığını yüksek oranda düşürdüğü (60-65 gloss), granitin yüzey parlaklığını ise daha az oranda düşürdüğü (3-11 gloss) belirlenmiştir. Bazik ve nötr özellikli kimyasalların mermer ve granitin yüzey parlaklığını ise minimal seviyede (1-2 gloss) düşürdüğü saptanmıştır.

Doğal taşların yüzeyine uygulanan asidik özellikli kimyasalların derişimi ve temas süreleri arttıkça; Rozalya Bej Mermerin yüzey beyazlık değeri değışen oranlarda arttığı (% 0,1-2,2), granitin yüzey beyazlık değeri ise değışen oranlarda (% 0,15-8) azaldığı belirlenmiştir. Bazik ve nötr özellikli kimyasalların doğal taşların yüzey beyazlığına etkisi ise minimal bir seviyede olduğu saptanmıştır.

Doğal taşların yüzeyine uygulanan asidik özellikli kimyasalların derişimi ve temas süreleri arttıkça her iki doğal taşın yüzey kırmızılık değeri değışen oranlarda azaldığı Rozalya Bej Mermer (0,5-2,7), granit (0,1-2,9) belirlenmiştir. Bazik özellikli kimyasalların doğal taşların yüzey kırmızılık değerini minimal bir seviyede düşürdüğü, nötr özellikteki kimyasallarında minimal bir seviyede arttırdığı saptanmıştır.

Doğal taşların yüzeyine uygulanan asidik özellikli kimyasalların derişimi ve temas süreleri arttıkça Rozalya Bej Mermerin yüzey sarılık değeri değışen oranlarda azaldığı (0,2-2,4), granitin yüzey sarılık değeri ise değışen oranlarda (0,1-1,5) arttığı belirlenmiştir. Bazik özellikli kimyasalların mermer ve granitin yüzey sarılık değerini düşük oranda azalttığı, nötr özellikli kimyasalların etkisi ise belirgin olmadığı tespit edilmiştir.

Doğal taşların yüzeyine uygulanan asidik özellikli kimyasalların derişim ve temas süreleri arttıkça; Rozalya Bej Mermerin yüzeyinde erime/aşınma (1-9 mm oyukluk) gerçekleştiğinden yüzey pürüzlülüğü ölçülemediği, granitin yüzey pürüzlülük değerini ise değişen oranlarda (0,2 - 2 μm) arttığı belirlenmiştir. Bazik ve nötr özellikli kimyasalların doğal taşların yüzey pürüzlülüğüne etkisi ise minimal bir seviyede olmuştur.

Bej mermer ve granit örneklerine temizlik kimyasallarının yaptığı olumsuzluğu doğal taşların mineralojik, petrografik ve kimyasal özelliklerinin etkisi bakımından genel olarak değerlendirildiğinde, mermerin kalsiyum karbonatlı yapısı, çatlak yoğunluğu ve kalsit kristallerinin mikro yapısı özellikle asidik karakterli kimyasallara karşı dayanımını düşürdüğü, nötr ve bazik karakterli kimyasallara karşı ise dayanımının daha yüksek olduğu görülmüştür. Granitin çatlaksız yapısında kuvars, biyotit, feldspat ve plajiolklas gibi minerallerin varlığı ve kristallerin makro yapısı, asidik, bazik ve nötr karakterli kimyasallara karşı dayanımının yüksek olmasına etki ettiği, sadece içerisinde Fe_2O_3 gibi minerallerin varolması yüzeyde oksitlenme yarattığı, dolayısıyla renk değişimin olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak; ortak yaşam alanlarında kullanılan doğal taşların mümkün olduğunca uzun sürede estetik görünümünü, parlaklığını ve rengini bozmaması arzu edilir. Bunun gerçekleşebilmesinde doğal taşların günlük/haftalık temizliğinde kullanılacak kimyasalların ne tür ve hangi oranda kullanılması gerektiğinin bilinmesi önem taşımaktadır. Bu tez çalışmasından çıkan sonuçlar gözönüne alındığında, doğal taşların temizliğinde (kezzap, tuz ruhu gibi) asidik karakterli kimyasalların mümkün olduğunca kullanılmaması ve bunun yerine (arap sabunu vb.) nötr ve bazik karakterli kimyasalların tercih edilmesi gerektiği ve ayrıca kimyasalların mümkün olduğunca su ile seyreltilerek kullanılması gerektiği söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

- Ahunbay, Z. (1996). Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, Yem Yayınları, İstanbul. 44-50.
- Akarish, A.I.M., Shoeib, A.S.A.(2011). The role of Rock Composition in the Deterioration of Wall Paintings, Saqqara Area, Egypt: Information from Petrography and Mineralogy, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5: 1144-1153.
- Akçaözoğlu, S., Akçaözoğlu, K., Özcan, F. (2008). Eski Eserlerde Meydana Gelen Taş Bozulmalarının Adana'da Örneklenmesi, Çukurova Üniversitesi *Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Sayı: 23,1:297-305.
- Alkattan, M., Oelkers, E.H., Dandurand, J.L., Schott, J. (2002). An Experimental Study of Calcite Dissolution Rates At Acidic Conditions And 25 °C in The Presence of NaPO₃ and MgCl₂, *Chemical Geology*, Toulouse, France **190**: 291-302.
- Al-Naddaf, M., (2009). The Effect of Salts On Thermal and Hydric Dilatation of Porous Building Stone, *Archaeometry*, Sayı:51, 3: 495–505.
- Angı, O.S. (2007). Aksaray Yaylak Granitinin Kaplama Taşı Yönünden Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bede, E.A. (2000). Characterization Of Surface Morphology Of Carbonate Stone And Its Effect On Surface Uptake Of So₂, V. Fassina (Ed.), Proceedings of the 9th International Congress On Deterioration and Conservation of Stone June 19-24. Venice, Elsevier, 303-311.
- Benavente, D., Martinez-Verdu, F., Bernabeu, A., Viqueira, V., Fort, R., Garcia del Cura, M.A. and Illueca, C. (2003). Influence of Surface Roughness on Color Changes in Building Stones. *Color Research and Application*, **28**: 343-351.
- Benedetti, D., Bontempi, E., Pedrazzani, R., Zacco, A. Ve Depero, L. E. (2008). Transformation in Calcium Carbonate Stones, Some Examples, *Phase Transitions*, No: 2–3 Sayı: **81**: 155–178.

- Böke, H., Caner, S. E. ve Göktürk, H. (1992). Gypsum Formation on Travertines in Polluted Atmosphere, 7th International Congress on Deterioration and conservation of Stone Lisbon, Portugal, V: 1, 237-246.
- Bravo, A.H., R. Soto, A., R. Sosa, E., P. Sanchez, A., A.L. Alarcon, J., J. Kahl, J. Ruiz B. (2006). Effect Of Acid Rain On Building Material Of The Tajin Archaeological Zone In Veracruz, Mexico *Environmental Pollution* **144** 655-660.
- Bugani, S., Camaiti, M., Morselli, L., Van De Casteele, E. And Janssens, K. (2008). Investigating Morphological Changes in Treated vs. Untreated Stone Building Materials by X-Ray Micro-CT, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, **391**:1343–1350.
- Büyüksağış, İ.S., Gürcan, S. (2005). ASTM ve TSE Doğal Taş Standartlarının Karşılaştırılması, *Madencilik Dergisi*, Cilt 44, Sayı 1: 34.
- Camuffo, D. (1992). Acid rain and deterioration of monuments, how old is the phenomenon *Atmospheric Environment* 26B 2: 241-247.
- Caner, E. N., Seeley, N. J. (1979). Dissolution and Precipitation of Limestone, 3rd International Congress on the Deterioration and Preservation of Stone, Venice, 107-129.
- Chen, J., H.P. Blume, L. Beyer. (2000). Weathering of Rocks Induced by Lichen Colonization-A Review, *Catena* 39 2000 121-146.
- Cinel, M.İ. (2007). Doğal Taşların Fiziko-Mekanik Özelliklerine Göre Sınıflandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Haziran, 33-39.
- Çelik, M.Y. (2003). Dekoratif Yapı Taşlarının Kullanım Alanları ve Çeşitleri, *Madencilik*, Cilt 42:1 3-15.
- Çetin, E. (2011). Granitik Kayaçların Radyolojik ve Mineralojik Yönden Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Ocak, 33-37.
- Dal, M. (2005). Edirne’de Dolomitik Yapı Kayaçlarının Tahrip Şekilleri ve Restorasyon Yöntemleri, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Edirne, 22-26.

- Dei, L., Salvadori, B. (2006). Nanotechnology in Cultural Heritage Conservation: Nanometric slaked lime saves architectonic and artistic surfaces from decay, *Journal of Cultural Heritage*, 7: 110–115.
- Doehne, E. and Price, C.ED. (2010). Stone Conservation: An Overview Of Current Research, 2nd Ed, USA: Getty Conservation Institute.
- DPT. (2001). VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu,10.
- Eren, E. (1997). Tarihi Binalarda Sergilenen Objelerin Bozulmalarında Bulundukları Ortamın Etkileri, Türk Müzeciliği Sempozyumu III, İstanbul. 236-254.
- Erguvanlı, K. (1955). Türkiye Mermerleri ve İnşaat Taşları, İTÜ Yayını, İstanbul.
- Ersoy, M., Yeşilkaya, L., Çelik, M.Y., Geçer, G. (2014). Mermer Parlatma Sürecinde Bant Hızının Yüzey Kalitesine Etkisinin Araştırılması, *Politeknik Dergisi*, Cilt:17, 4: 153-160.
- Fassina, V. (1988). Air Pollution in Relation to Stone Decay, L. Lazzarini and R. Pieper (Ed.), The Deterioration and Conservation of Stone , Venice, Unesco, 90-111.
- Garzonio, C.A., Fratini, F., Manganeli, C., Giovannini, P., Cavallucci, F. (2000). Analyses of the Physical Parameters Correlated to Bending Phenomena In Marble Slabs, V. Fassina (Ed.), Proceedings of the 9th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Venice, Elsevier, 89-97.
- Güneri, S. (2009). Doğal Taşların Teknik Özelliklerine Göre Kullanım Alanlarının ve Uygulama Parametrelerinin Belirlenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 93-95.
- Gökaltun, E.(1999). Atmosferik Kirleticilerin Kuru ve Islak Çökelme Mekanizmalarının Kireçtaşlarındaki Parlaklık Kaybına Etkisi, Balıkesir Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 001: 134-156.
- Gökaltun, E. (2001). Atmosferik Kirleticilerin Kireçtaşı Mermerleri Üzerindeki Parlaklık Kaybına Etkisi, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Yayınları No:1264, Müh. Mim. Fak. Yayınları No:4, 2001, Eskişehir, 10-20.
- Gökaltun, E. (2004). Atmosferik Kirleticiler ile Temizlik Amaçlı Kimyasalların Doğal Taş Yapı Malzemeleri Üzerindeki Etkileri, Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu Projesi, Proje No: 20232

- Gökaltun, E. (2005). Atmosferik Etkilerle Mermer ve Granit Kaplama Malzemelerinde Meydana Gelen Parlaklık Kayıplarının Ölçümü Üzerine Bir Yöntem, İnşaat Dünyası Dergisi, 78-80.
- Guidobaldi, F., Mecci, A. M. (1993). Corrosion of Ancient Marble Monuments by Rain:Evaluation of Pre-Industrial Recession Rates by Labarotary Simulations, Atmos Environ V. 27B, 339-351.
- Gündüz, L., Şentürk, A., Tosun, Y.İ. (1996). Asitlerin Mermer Karakteristiğine Etkisi, *Türkiyede Mermer Dergisi*, 45.
- Heinrichs, K. (2008). Diagnosis of weathering damage on rock-cut monuments in Petra, Jordan, *Environmental Geology*, **56**:643–675.
- Irving, P.M. (1991). Acidic Deposition: State of Science and Technology. In:Terrestrial, Materials, Health and Visibility Effects, Vol. III. National Acid Precipitation Assessment Program, Washington, DC. 20503.
- Kramer, A.,Twigg, B.A. (1984). Quality Control For The Food Industry. Vol.1, 3th edn. The Avl Publishing Company Inc., Connecticut, 554-556.
- Kun, N. (2000). Mermer Jeolojisi ve Teknolojisi, İzmir Mermerciler Odası, İzmir,62-76.
- Küçükaya, A. G. (2004). Taşların Bozulma Nedenleri ve Koruma Yöntemleri, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Lazzarini,L. (1988). Genesis and classification of rocks, The Deterioration and Conservation of Stone, Venice: Unesco. 90-111.
- Lee, C.H. ve Eun Yi, J. (2007). Weathering damage evaluation of rock properties in the *Geology*, **52**:1193–1205.
- Lindborg, U. ve Dunakın, C. (2000). Thermal Stress And Weathering Of Carrara, Pentelic And Ekeberg Marble, V. Fassina (Ed.), Proceedings of the 9th International Congress On Deterioration and Conservation of Stone June 19-24 2000, Venice, Elsevier. 109-117.
- Lipfert, F. (1989). Atmospheric damage to calcareous stones: comparison and reconciliation of recent experimental findings. *Atmospheric Environment* **23** (2), 415-429.

- Matovic, V.B., Milovanovic, D. J. ve Joksimovic, S.M. (2000). Durability Of Sandstones In Serbian Ancient Monasteries And Modern Buildings”, V. Fassina (Ed.), Proceedings of the 9th International Congress On Deterioration and Conservation of Stone June 19-24 2000, Venice, Elsevier. 135-143.
- Mccabe, S., Smith, B. J. and Warke, P. A. (2007). Preliminary Observations on The Impact of Complex Stres Histories On Sandstone Response to Salt Weathering: Laboratory Simulations of Process Combinations, *Environmental Geology*, **52**: 269–276.
- MEB (2013_i). Taş Bozulmalarını Teşhis Etme, İnşaat Teknolojisi, Ankara, 9-12.
- MEB (2013_{ii}). Taş Yapılarda Temizleme, İnşaat Teknolojisi, Ankara, 1-7.
- Mitchell, D. J., Halsey, D.P., Macnaughton, K., Searle, D.E. (2000). The Influence Of Building Orientation On Climate Weathering Cycles In Staffordshire, Uk. V. Fassina (Ed.), Proceedings of the 9th International Congress On Deterioration and Conservation of Stone June 19-24 2000, Venice, Elsevier. 357-365.
- Onargan, T., Köse, H., Deliormanlı, H. (2006). Mermer, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 40-50.
- Öztank, N., Türkmen, F. (2001). Mermer - Kireçtaşı ve Konglomeraların Yapılarda Kullanımını Denetleyen Parametreler, Türkiye III. *Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Afyon, 129-130.
- Öcal, A.D., Dal, M. (2012). Doğal Taşlardaki Bozunmalar, Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi, Bogota, Kırklareli, 4-56.
- Özdamar, A. (2001). Mermercilik Sektörünün Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Bucak Uygulaması, Isparta. 11.
- Özgünler, S.A., Gürdal, E. (2008). Ahi Çelebi Camii’nde kullanılan od taşının konservasyon çalışmaları, *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi*, **7/2**:52-63.
- Paradise, T.R. (2000). Sandstone Architectural Deterioration In Petra, Jordan, V. Fassina (Ed.), Proceedings of the 9th International Congress On Deterioration and Conservation of Stone June 19-24 2000, Venice, Elsevier. 145-153.
- Park, J.W., Lee, Y.S., Park, C., Park, E.S. (2014). Numerical Simulation for Characteristics of Rock Strength and Deformation Using Grain-Based Distinct Element Model, *Tunnel&Underground Space* Vol **24**, 243-254.

- Polo, A. , Cappitelli, F., Brusetti, L., Principi, P., Villa, F., Giacomucci, L., Ranalli, G. Sorlini, C., (2010). Feasibility of Removing Surface Deposits On Stone Using Biological and Chemical Remediation Methods, *Microbial Ecology*, **60**: 1–14.
- Price, D. G. (1995). Weathering and Weathering Process. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, **28**: 243-252.
- Reddy, M.M., Youngdahl, C.A. (1987). Acid rain and weathering damage to carbonate building stone. *Materials Performance* **7**: 33-36.
- Rizzo, G., Ercoli, L., Megna, B. (2009). Effectiveness of Preservative Treatments on Coloured Ruditic Building Stones, Strain, *An International Journal Experimental Mechanics*, **45**: 424-432.
- Rota, P., Doria, R. (1988). Laboratory Tests on Artistic Stonework, L. Lazzarini and R. Pieper (Ed.), *The Deterioration and Conservation of Stone Venice*, Unesco. 183-235.
- Sarıışık, G. (2007). Bazı Karbonat Kökenli Türk Doğal Taşların Teknik Özellikleri, Yapıda ve Restorasyonda Kullanım Alanları, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyonkarahisar.
- Sarıtaş, A. (2006). Burdur İli Mermer Sektörünün Kurumsal ve Ekonomik Yapısı, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya. 10-12.
- Satırer, Y. (1999). Türkiye Mermer Sektörünün Sorunları ve Çözüm Önerileri, Kütahya. 15.
- Shimizu, V.K., Kahn, H; Antoniassi, J.L; Ulsen, C. (2012). Copper ore type definition from Sossego Mine using X-ray diffraction and cluster analysis technique, *Rev. Esc. Minas* vol.65 no.4 Ouro Preto Oct./Dec. Figure 5.
- Siegesmund, S., Snethlage, R. ve Ruedrich, J. (2008). Monument futures: climate change, air pollution, decay and conservation the Wolf-Dieter Grimm volume, *Environmental Geology*, **56**: 451-453.
- Sikiotis, D., Kirkitsos, P. (1994). The Adverse Effects of Gaseous Nitric Acid on stone Monuments. The conservation of Monuments in the Mediterranean Basin Proceedings of the 3rd. International Symposium Venezia, 203-211.

- Steiger, M., Wolf F., Dannecker, W. (1993). Deposition and Enrichment of Atmospheric Pollutants on Building Stones as Determined by Field Exposure Experiments, Conservation of Stone and Other Materials, Proceedings of The International Congress, Rilem/Unesco Paris, 2:35-42.
- Şener, Y.S. (2000). Kayseri İl Merkezindeki Selçuklu Türbelerinde Mevcut Korunma Durumlarının Tespiti, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sanat Tarihi Bölümü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- Tecer, L.H. (2005). Hava Kirleticilerin Karbonatlı Yapı Malzemeleri Üzerine Etkileri, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **11**:2: 231-237.
- Th.G.Sabbides, P.G Koutsoukos (1995). The Effect of Surface Treatment with The Effect of Surface Treatment with İnorganic Orthophosphate On The Dissolution Of Calcium Carbonate, Institute of Chemical Engineering and High Temperature Chemical Processes, ICEHT-FORTH and Department of Chemical Engineering University of Patras, Greece **165**: 268-272.
- Tintin, Z. (2012). Arkeolojik Alanda Taş Koruma-Sağlamlaştırma Yöntemleri, Anadolu Medeniyetleri Müzesi Müdürlüğü, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara, 20-33.
- TS 6956 (2004). Geometrik Mamul Özellikleri (GMÖ), Yüzey Yapısı, Profil Metodu, Terimler ve Yüzey Yapısı Parametreleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 24.
- TS 12407 (2013). Doğal Taşlar, Deney Yöntemleri, Petrografik İnceleme, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TÜMMER Bülten (2007). Doğal Taş Sektörü, Türkiye Mermer Doğal Taş ve Makineleri Üreticiler Birliği, Eylül:1
- İstanbul Mermer ve Granit İşleyicileri Esnaf Odası (2005). Türkiye Doğal Taş Sanayi Rehberi, İstanbul. 43-44.
- Ulu, M. (2008). Dünya Doğal Taş Ticaretinde Türkiye'nin Konumu, Maden ve Metal İhracatçıları Birliği Raporu, İstanbul. 54-56.
- Ünal, O., (2003). Yapı Malzemesi Ders Notları, Afyon Kocatepe Üniversitesi Yayınları, Afyon, 44-51.
- Üren, A., (1999). Üç Boyutlu Renk Ölçme Yöntemleri, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü 24 (**3**):193-200.

- Webb, A.H., Bawden, R.J., Busby, A.K., Hopkins, J.N. (1992). Studies on the effects of air pollution on limestone degradation in Great Britain. *Atmospheric Environment* 26B 2: 165-181.
- Wessman, L. (1997). Studies on the frost resistance of natural Stone, Lund University, Lund Institute of Technology, Licentiate Thesis, Division of Building Materials, Sweden.
- Winkler, E. M. (1970). Decay of stone, Conservation of Stone, Vol. I, pp. 1-14. IIC, New York.
- Yıldırım, N. (2007). Kireçtaşlarında Tuzların Yıkıcı Etkilerinin Araştırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 22.
- Yüzer, E. (2003). Düünden Bugüne Doğal Taş Kullanımı, Stone 2003 Dergisi.

İnternet Kaynakları

- 1- <http://www.tekmarble.com/iletisim-bilgileri.asp>, 10.05.2016
- 2- <http://totalkimya.com/temizlikmaddesi.html>, 20.07.2015
- 3- http://www.arapsabunu.com/arapsabunu.php?sayfa_id=601&kategori_id=601&id=18&lng=1, 20.07.2015
- 4- https://tr.wikipedia.org/wiki/Nitrik_asit, 20.07.2015
- 5- <http://www.solverkimya.com/site/makaleler/deterjan-makaleleri/sivi-ovma-krem-cif-krem-deterjan-ansiklopedisi.html>, 21.07.2015
- 6- <http://www.merbolin.com.tr/urun/merbolin-sentetik-tiner.html>, 21.07.2015
- 7- <http://www.xn--amarsuyu-r0a75ezp.com/camasir-suyu-nedir>, 21.07.2015
- 8- <http://www.temizlikdeposu.com/asp/product/2742>, 21.07.2015

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Harun Reşit CEYLAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Eskişehir, 1987
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : haruncey@hotmail.com

Eğitim Durumu:

Lise : Ertuğrulgazi Lisesi (2004)
Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık
Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü (2004-2010)
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı (2013-2016)

Çalıştığı Kurumlar:

- Elazığ Eti Krom İşletmesi, Maden Mühendisi (2010-2012)
- Kırka Eti Bor İşletmesi, Maden Mühendisi (2013-2014)
- Eskişehir Sapare OSGB, İş Güvenliği Uzmanı (2015-2016)