

Seramik porselen karolarda yüzey özellikleri ve temizlenebilirlik performansı arasındaki ilişkinin araştırılması

Güliden TOK¹, Alpagut KARA^{1,3}, Kağan KAYACI²

¹Seramik Araştırma Merkezi (SAM), Eskişehir

²Kale Seramik Ar-Ge Merkezi, Çan/Çanakkale

³Eskişehir Teknik Üniversitesi, Malzeme Bil. ve Müh. Bölümü, Eskişehir

Sorumlu Yazar / Corresponding Author

Güliden TOK
gyet@seramikarastirma.com.tr

Makale Bilgisi / Article Info

16-20 Haziran tarihleri arasında düzenlenen ECERS 2019 Avrupa Seramik Derneği Kongresi'nde özet olarak sunulan bildiridir.

This article was presented as an abstract at the ECERS 2019 XVI. International European Ceramic Society Congress, held from 16 to 20 June 2019.

Sunulma / Received : 19.08.2020
Düzeltilme / Revised : 17.09.2020
Kabul / Accepted : 17.09.2020

Destekleyen Kuruluş / Funding Agency

Anahtar Kelimeler

Porselen karo
Temizlenebilirlik
Lekelenme dayanımı
Yüzey morfolojisi

Keywords

Porcelain tile
Cleanability
Staining resistance
Surface morphology

ORCID

Güliden Tok
<https://orcid.org/0000-0001-9664-2056>
Alpagut Kara
<https://orcid.org/0000-0003-0257-406X>
Kağan Kayacı
<https://orcid.org/0000-0002-9665-8338>

Özet

Porselen karolar günlük hayatta kullanımları boyunca kimyasal ve mekanik olarak birçok etkiye maruz kalabilmektedir. Kir, lekeliendirici maddeler, deterjan, yüzey ile temasta bulunan yemek ve türevleri, temizleyici malzemeler mürekkep gibi birçok kimyasal madde karoyu etkilerken, insan bedeninin teması (temizleme, karo üzerinde yürüme vb.), ya da farklı malzemelerin yüzey ile etkileşime girmesi sonucu çarpma ve çizilme gibi mekanik etkiler de karonun zamanla yıpranmasına neden olabilmektedir. Seramik karoların bu tür kimyasal ve mekanik etkilere dayanıklı olması beklenmektedir. Yapılan bu çalışmada, yerli ticari ürünlerin temizlenebilirlik performanslarının değerlendirilebilmesi amacıyla 6 farklı porselen karo serisi belirlenmiştir. Lekeliendirme ve temizleme işlemleri için hem standart, hem de karoların günlük kullanım koşullarına uygun olarak Seramik Araştırma Merkezi (SAM) akredite laboratuvarı tarafından belirlenen bir metot kullanılmıştır. Her bir seri için Lekeliendirme işlemi ile eş zamanlı olarak ISO 10545-14 Seramik Karolar-Lekelenmeye Dayanım tayini testi yapılarak, ürünlerin lekelenme sınıfı belirlenmiştir. Daha sonra laboratuvar tarafından oluşturulan test metodu her bir ürüne uygulanmıştır. Ürünlerin yüzey özellikleri tespit edilerek ürünlerin yüzey karakteristiği ve morfolojisi ile temizlenebilirlik performansları arasındaki ilişki ortaya koyulmuştur.

Investigation of Surface Properties and Cleanability Performance of Ceramic Porcelain Tiles

Abstract

Porcelain tiles can be exposed to many chemical and mechanical effects during their daily use. Many chemicals such as dirt, staining agents, detergent, food and derivatives in contact with the tile surface, cleaning agents and inks expose ceramic tiles to chemical attacks. Tiles are also exposed to mechanical effects such as the contact of the human body (cleaning, walking on the tile, etc.) or the contact of different materials with the surface, such as bumps and scratches. Porcelain tiles are expected to be resistant to these chemical and mechanical effects. In the study, 6 different porcelain tile series were selected in order to determine their cleanability performances. Both the standard ISO and a laboratory methods determined according to daily use conditions were used for staining procedures. ISO 10545-14 Ceramic Tiles – Staining Resistance test was performed with the laboratory method simultaneously for each product series and staining class of the products were determined. The surface properties of the products were investigated and the relationship between surface morphology and characteristics and their cleanability performance was established.

1. GİRİŞ

Temizlenebilirlik çeşitli maddeler tarafından karo yüzeyinde oluşturulan lekelerin verimli bir şekilde çıkartılabilmesi veya lekelerin tamamen çıkartılma kolaylığı olarak tanımlanabilir. Aşındırma olayları nedeniyle ürün yüzeyinin bozulması, kullanıldıkça aşınmış bölgelerde lekelenmelerin ve kir izlerinin oluşması gibi değişiklikler ürünlerin doğru yerlerde kullanılsa dahi yine üreticiler açısından bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Sorun, yer kaplamalarında ürün tipi ne olursa olsun aşınmanın başlangıçta sırım kalınlığı içinde yer alan malzemedeki gözeneklerin ortaya çıkarması gerçeğinin bir sonucu olarak aşındırılmış bölgelerde zorlaşan "temizlenebilirlik" sorudur¹.

Lappato porselen karo olarak adlandırılan seramik porselen karolar pazarda oldukça sık karşılaşılan ürünler arasında yer almaktadır. Bu tür ürünler estetik açıdan istenilen talebi karşılarsa da lekeler ve kimyasallara karşı zayıf dayanımlarından dolayı teknik açıdan dezavantajlı bir durum sergilemektedir.

Parlatma işlemi fırından çıkan karoların parlatma hattında yüzeyinden mekanik aşındırma yaparak parlatılması işlemidir. Lappato işlemi ise fırından çıkan karoların parlatma hattında yüzeyinden mekanik aşındırma yaparak yarı parlak hale getirilmesidir. Bu işlemlerin arasındaki fark aşındırıcı tiplerinin farklı olmasıdır. Parlatma işlemi karo yüzeyine uygulandığında üründeki kapalı porları (gözenekleri) açık hale getirerek yüzeyin dış daha etkilere hassas bir yapıya sahip olmasına neden olmaktadır. Literatürde lappato porselen karoların yüzey üzerine herhangi bir koruyucu tabaka kullanmadan ve kullanılarak lekelenme dayanım performanslarının karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur². Koruyucu tabakanın lappato porselen karolara uygulanması karonun estetik görünümde herhangi bir değişime neden olmamakla birlikte yüzey mikroyapısı ve pürüzlülük parametrelerinin değişikliğe uğradığı tespit edilmiştir. Bu değişiklikler kaymaya karşı direnç ve lekelenmeye dayanıklılık gibi teknik özellikleri negatif yönde etkilememekle birlikte kimyasal dayanımı da artırdığı araştırmalar ile tespit edilmiştir³.

Yapılan çalışmalar karo yüzeyinin temizlenebilirliği ile seramik yüzey mikroyapısı arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu göstermektedir⁴. En kolay temizlenebilir karoların yüzeyi en düzgün (Ra), yuvarlak şekilli porlara sahip (P_{10}) ve az miktarda geniş porlara (1-5 μ m) sahip porselen karolar olduğu tespit edilmiştir⁵. Bundan dolayı karo üreticilerinin parlatma prosesi olduğu kadar sinterleme sürecine de önem vermesi gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Uygun bir hızlı pişirim rejimi mikroyapının gelişmesine ve sonuç olarak porların büyümesine engel olacak, böylece doğru bir parlatma operasyonu gerçekleştirilecek ve minimum yüzey pürüzlülüğü elde edilecektir.

Temizlenebilirlik kavramının karonun yüzey özellikleri ile ilgisi tartışılmazdır. Her karonun yüzey özellikleri ve sınıfı değişikçe temizlenebilirlik derecesi de değişebilmektedir. Hijyenik koşulların sürdürülebilirliğinin kolay olması da önem arz etmektedir. Lekelenme direnci tam olarak malzemedeki por miktarı, boyutu ve şekli ile ilişkilidir. Por ne kadar büyük olursa lekelenme o kadar fazla olmakta, büyük por yapısı daha kolay temizlenmeye eğilimli hale gelmekte ve por şekli de temizlenebilirliği önemli ölçüde etkilemektedir. Porun karo yüzeyindeki çapının porun maksimum çapına oranı büyüdükçe temizlenebilirlik de zorlaşmaktadır⁵.

Uluslararası standartlarda lekelenme dayanımı ISO 10545-14 standardı uyarınca yapılmaktadır⁶. Söz konusu testte lekelenirici olarak yeşil lekelenirici madde, kırmızı lekelenirici madde, iyot çözeltisi ve zeytinyağı, temizleyici olarak ise sıcak su, pH değeri 6,5-7,5 olan zayıf temizleme maddesi, pH değeri 9-10 olan ticari bir temizleme

malzemesi, hidroklorik asit çözeltisi ve potasyum hidroksit çözeltisi kullanılmaktadır. Standartlarda tanımlanan kimyasallar ve temizleyici maddeler bazen günlük kullanım koşullarını tam karşılayamamakta ve sınırlı kalabilmektedir. Bunun yanı sıra lekeyi çıkarmak için kullanılan temizleme maddesi ve temizleme şekli de günlük yaşamda farklılık gösterebilmektedir.

Yapılan bu çalışmada ticari porselen karoların fiziksel ve mikroyapısal karakteristikleri ve temizlenebilirlik performansları arasındaki ilişki incelenmiştir. Temizlenebilirlik performansının belirlenmesi amacıyla bir test metodu oluşturulmuş ve temizlenebilirlik performansı seramik porselen karo yer kaplama ürün karakteristikleri ile ilişkilendirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı;

- Ticari olarak üretilen 6 farklı seramik yer kaplama ürün serisinin temizlenebilirlik performansları araştırılmış temizlenebilirlik performansları ile karoların yüzey özellikleri olarak tabir edilen mikro yapısal kalitesi ve morfolojisi ile ilişkilendirmeleri yapılmıştır.
- Ürünler için en iyi yüzey temizleyici özelliklerinin belirlenmesi ve karoların üretim yöntemi ile yüzey özellikleri ilişkilendirilerek karoların daha kolay temizlenebilmesi için yapılacak çalışmalara alt yapı hazırlanması amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Porselen karo özelliklerinin belirlenmesi

Çalışmada 6 farklı ticari porselen karo serisi incelenmiştir. Karoların su emme, hacimsel yoğunluk ve açık porozite ölçümleri ISO 10545-3 standardı kapsamında yapılmıştır⁷. Taramalı elektron mikroskobu (SEM - Zeiss Supra 50 VP) ile yüzey mikroyapısal ve mikrokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Karoların X-ışını kırınımı (XRD) ile yüzey faz analizleri Rigaku Miniflex XRD cihazı ile tespit edilmiş olup, yüzey pürüzlülük ölçümleri ISO 4287'ye göre (Marsurf R-18 profilometre) yapılarak ilgili parametreler belirlenmiştir⁸.

2.2. Porselen karoların temizlenebilirlik performansının belirlenmesi

Temizlenebilirlik performanslarının belirlenmesi amacıyla iki farklı metod uygulaması yapılmıştır. ISO 10545-14 Seramik Karolar – Lekelenmeye Dayanıklılık Tayini ile standart prosedür gerçekleştirilmiştir. Çalışmada laboratuvar tarafından geliştirilen prosedür de karolara uygulanmıştır. 10 farklı çeşit lekelenirici seçilerek özellikleri, karo üzerine uygulanacak miktarları, karo üzerinde bekletme süreleri belirlenmiştir. 10 farklı temizleyici ticari temizleyici malzeme belirlenerek her bir temizleyici markanın pH değeri tespit edilmiştir.

10x10 cm boyutunda kesilen her bir seri için lekelenirici işlemi ile eş zamanlı olarak ISO 10545-14 Seramik Karolar- Lekelenmeye Dayanım tayini testi yapılarak, ürünlerin lekelenme sınıfı belirlenmiştir. Daha sonra karoların günlük kullanım koşulları dikkate alınarak laboratuvar tarafından geliştirilen test metodu her bir ürüne uygulanmıştır. Her bir lekelenirici ve temizleme işleminden sonra test numunesi oda sıcaklığında kurumaya bırakılarak kuruma sonrası lekenin çıkıp çıkmadığı gözlemlenmiştir. Temizlenmeyen lekeler kendi içerisinde incelenerek temizleyici malzemeler kendi içerisinde

sıralanmış ve lekeyi en iyi çıkaran temizleyici için 10 puan, en az çıkaran temizleyici için ise 1 puan verilerek temizleyiciler puanlandırılmıştır. Proje kapsamında karolara uygulanacak lekelenendirici malzemeler, uygulama miktarları ve temas süreleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Lekelenendirici maddeler, uygulama miktarları ve temas süreleri

No	Madde	Özellik	Miktar	Süre (saat)
1	Şekerli sade çözünebilir kahve	1 karton bardak 2 çay kaşığı kahve ve iki küp şeker ile	1 ml	24
2	Şekerli sütü çözünebilir kahve	1 karton bardak 1 çay kaşığı kahve 2 çay kaşığı süt tozu ve 2 adet küp şeker ile	1 ml	24
3	Şekerli siyah çay	1 karton bardak yarım bardak dem/yarım bardak su ve 2 adet küp şeker ile	1 ml	24
4	Kola	Piyasada yaygın tüketilen marka	1 ml	24
5	Ketçap	Piyasadaki yerli marka	2 cm çap	24
6	Mayonez	Piyasadaki yerli marka	2 cm çap	24
7	Meyve suyu	Piyasadaki yerli marka (vişne)	1 ml	24
8	Mavi Mürekkep	Istampa mürekkebi yağsız	1 ml	24
9	Renkli keçeli Kalem	Piyasadaki marka	2 cm çap	24
10	Gri Derz dolgu malzemesi	Piyasadaki marka	2 cm çap	24

Temizleyici ürünlerin pH değerleri ve içerikleri incelenmiş ve ortak olan ürünler tespit saptanmıştır. Kullanılan yüzey temizlik malzemeleri pH değerleri, ürünü temizleme süresi ve temizleme yöntemi Tablo 2’de görülmektedir. ISO 10545-14 Seramik Karolar Lekelenmeye Dayanım standardında temizleyici olarak pH değerleri pH 6,5-7,5 (zayıf temizleme malzemesi) ve pH 9-10 (güçlü temizleme malzemesi) olan temizleme malzemeleri kullanılmaktadır.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan temizleyicilerin pH değerleri, temizleme süresi ve yöntemi

pH	Temizleyici*	Temizleme Süresi (dk.)	Temizleme Yöntemi
5-6	C5 – C6 – C10	1	Yumuşak sünger / Musluk suyu
6-7	C1 - C2 – C4	1	Yumuşak sünger / Musluk suyu
7-8	C3 - C7 - C9	1	Yumuşak sünger / Musluk suyu
>9	C8	1	Yumuşak sünger / Musluk suyu

*Temizleme solüsyonu ticari ürün üzerindeki hazırlama yöntemine göre hazırlanmıştır.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

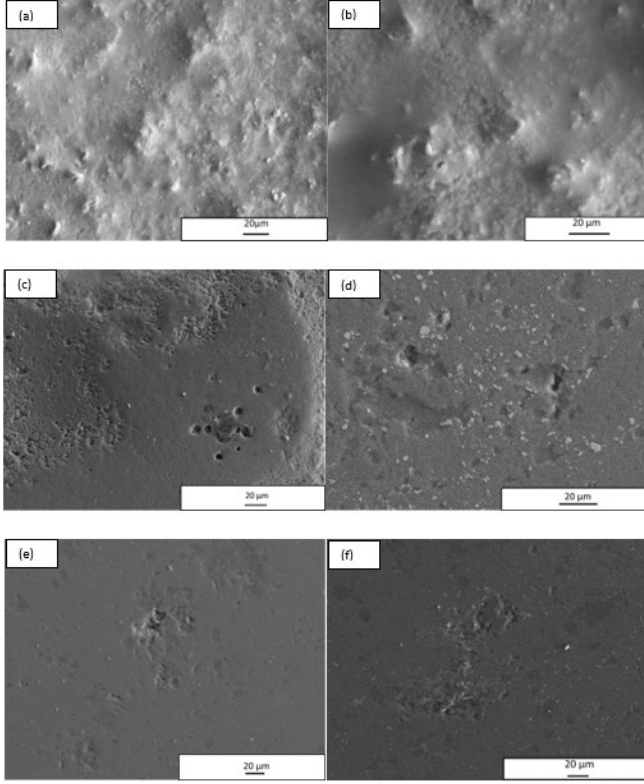
6 farklı ürün ve 4 farklı ürün tipi üzerinde yapılan çalışmada ürünlerin hacimsel yoğunluk, su emme, görünen porozite ve yüzey pürüzlülük parametreleri ölçülmüştür (Tablo 3).

Tablo 3. Ticari porselen karo ürünlerin özellikleri

Ürün Kodu	Ürün Tipi	Bulk Yoğunluk (g/cm ³)	Su Emme (E _v) (%)	Görünür Porozite (AP) (%)	RAM (μ)	Kristal Fazlar
PT-1	Sırlı	2,38	0,03	0,06	2,71	Amorf, Kuvars Kristali
PT-2	Mat Bünye	2,38	0,03	0,06	3,79	Amorti
PT-3	Yarı Lap-pato	2,39	0,04	0,10	11,42	Amorf, Zirkon
PT-4	Parlatılmış	2,47	0,02	0,05	0,05	Amorf, Müllit, Kuvars, Zirkon
PT-5	Parlatılmış	2,39	0,05	0,12	0,03	Amorf, Müllit, Kuvars
PT-6	Parlatılmış	2,44	0,05	0,12	0,03	Amorf, Müllit, Kuvars

Ürünlerin yüzey karakteristikleri SEM analizi ile belirlenmiştir (Şekil 1). PT-1 ürününün yüzey görüntüleri incelendiğinde; ürünün sırlı bir ürün olduğu göz önünde bulundurulursa yüzeyinde porlu yapıların bulunmadığı, ancak yüzey morfolojisinin pürüzlü bir yapı-

da olduğu görülmektedir. PT-3 ürün yüzeyinde 10µm ve daha küçük çapta porlar dikkat çekmektedir. Parlatma işlemi yapılan PT-4, PT-5 ve PT-6 kodlu ürünlerin yüzeylerinde 20 µm ve daha küçük boyutta porların bulunduğu, bu parlatılmış porselen karoların hacimsel yoğunluk ve yüzey pürüzlülük parametrelerinin de birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. PT-4 numunesinin su emme ve görünür porozite değerleri diğer iki parlatılmış karodan daha düşüktür. Karoların yüzeylerinden alınan XRD analizlerinde tespit edilen başlıca kristal fazlar anortit, müllit ve kalıntı kuvars fazlarıdır.



Şekil 1: Porselen karo yüzeylerinin SEM ile elde edilmiş ikincil elektron (SE) görüntüleri (a) PT-1, (b) PT-2, (c)PT-3, (d)PT-4, (e)PT-5, (f)PT-6

3.1. ISO 10545-14 Lekelenmeye dayanıklılık testi sonuçları

Çalışma kapsamında ürünlere ISO 10545-14 Seramik Karolar Lekelenmeye Dayanım testi yapılmış ve ürünler yeşil lekelenme materyali, kırmızı lekelenme materyali ve iyot çözeltisi ile test edilmiştir. ISO standartları uyarınca ürünlere yapılan ISO 10545-14 Lekelenmeye Dayanım Testi sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Ürünlere uygulanan ISO 10545-14 test sonuçları

Ürün	Ürün tipi	Lekelenme Materyali		
		Yeşil	İyot	Zeytinyağı
PT1	Sırlı	5	5	5
PT2	Full bünye	5	5	5
PT3	Yarı lappato	5	5	5
PT4	Parlatılmış	5	1	5
PT5	Parlatılmış	5	1	5
PT6	Parlatılmış	5	5	5

3.2. Laboratuvar içi metot ile lekelenmeye dayanıklılık testi sonuçları

Ürünlere uygulanan laboratuvar içi metot sonucunda ürünlere uygulanan bütün lekelenme materyalleri mavi mürekkep ve keçeli kalem dışında başarı ile temizlenmiştir. Ürünler ve hassas oldukları lekelenme materyalleri Tablo 5’te görülmektedir.

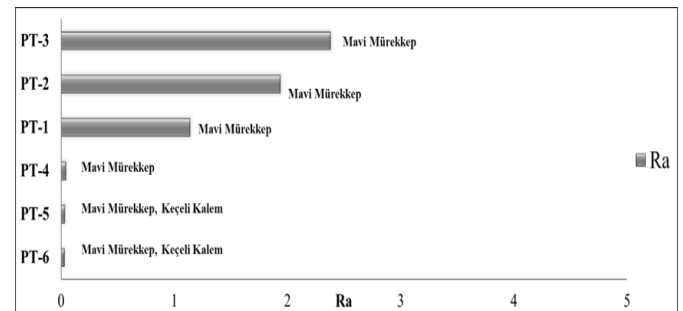
Tablo 5. Ürünler ve hassas oldukları lekelenme materyalleri

Ürün	Hassas Oldukları Lekelenme Materyalleri
(PT1) (Sırlı)	Mavi mürekkep
(PT2) (Full Bünye)	Mavi mürekkep
(PT3) (Yarı Lappato)	Mavi mürekkep
(PT4) (Parlatılmış)	Mavi mürekkep
(PT5) (Parlatılmış)	Mavi mürekkep, Keçeli kalem
(PT6) (Parlatılmış)	Mavi mürekkep, Keçeli kalem

3.3. Yüzey pürüzlülüğünün etkisi

PT-1 ürününde olduğu gibi yüzeyinde açık por bulundurmayan sırlı yüzeylerde diğer sırlı yüzeylerden daha kolay temizlenme özelliği elde edilmekle birlikte bu özelliğin yüzey pürüzlülüğünün artması ile değişebildiği görülmüştür (Şekil 2).

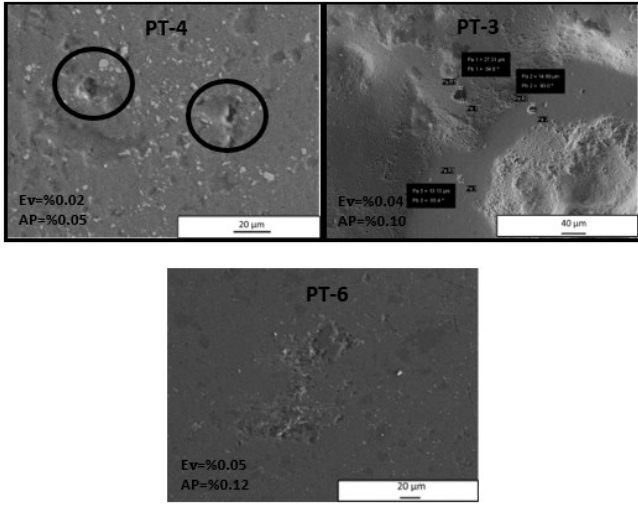
Yüksek Ra değerleri ürünün temizlenebilirlik performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Yüzey bitiş işlemi yapılmayan PT-2 ürününün mavi mürekkebe hassasiyeti yüzey topografyasından ve yüzey mikroyapısından kaynaklanmaktadır. Yine PT-3 ürününün lekelenmeye hassas olması ve düşük temizleme performansı göstermesine yüksek yüzey pürüzlülüğü yapısının ($R_a = 2.379$) ve üretim sırasında yüzey bitiş şeklinin neden olduğu söylenebilir.



Şekil 2. Ürünlerin yüzey pürüzlülük parametresi (R_a) ile lekelenme dayanımları arasındaki ilişki

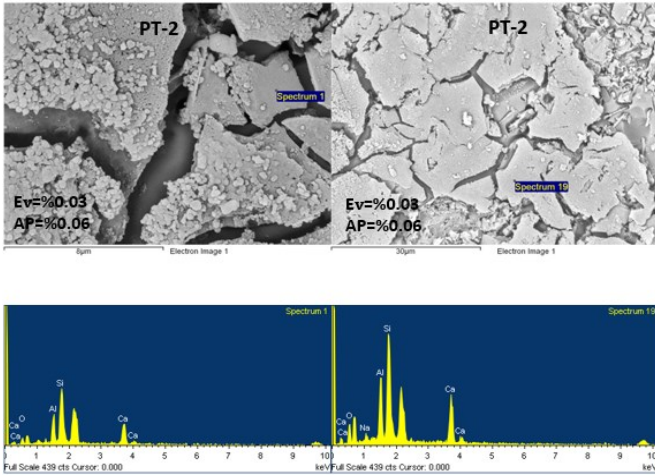
3.4. Yüzey mikroyapısı etkisi

Parlatma işlemine tabi tutulan PT-4, PT-5, PT-6 kodlu ürünlerin ve yarı lappato yüzey bitişine sahip PT-3 kodlu ürünün lekelenme dayanımları tamamen ürünlerin yüzey özellikleri ile ilişkilidir. Yüzeydeki hatalar, parlatma işleminden kaynaklanan çizikler ve açık porlar ($R \sim 10-20 \mu m$) (Şekil 3) ürünün kolay lekelenmesine sebep olmakta ve temizleme performansını olumsuz yönde etkilemektedir.



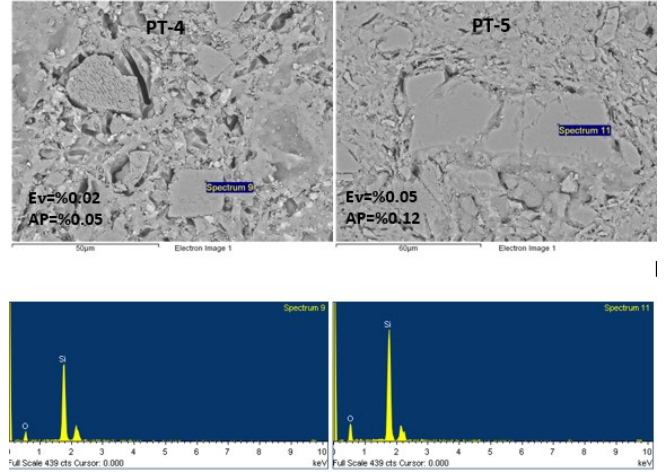
Şekil 3. PT-3, PT-4 ve PT-5 kodlu ürünlerin yüzeylerinin SEM ile elde edilmiş ikincil elektron (SE) görüntüleri

PT-2 kodlu ürünün tercihi olarak camsı fazı kimyasal dağıtma yöntemi ile kısmi olarak uzaklaştırılmıştır. PT-2 dağıtılmış yüzeyinden farklı büyütme alanları alınan görüntüler incelendiğinde tespit edilen anortit fazının (Şekil 4) yüzey temizleme performansını negatif yönde etkilediği düşünülmektedir. Yapılan EDX analizi yapı içerisindeki anortit fazının varlığını işaret etmektedir. Bu veri XRD analizi ile de teyit edilmektedir.



Şekil 4. PT-2 kodlu ürünün yüzeyindeki (mat bünye) kristal fazların SEM ile elde edilmiş ikincil elektron (SE) görüntüleri ve ilgili noktaların EDX analizleri.

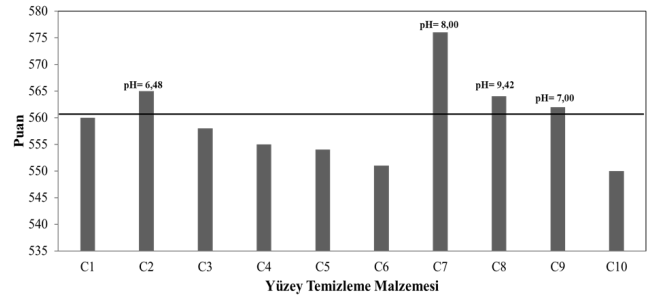
Mikroyapıdaki kalıntı kuvars tanelerinin tane boyutu da ürünlerin lekelenmeye dayanımlarını etkileyen unsurlardan bir tanesidir. İki parlatılmış karo birbiri ile karşılaştırıldığında (Şekil 5) daha büyük kalıntı kuvars tane boyutuna sahip olan PT-5 ürünü PT-4 ürününe göre keçeli kalem ve mavi mürekkep lekelerine daha duyarlıdır. İki ürünün su emme değerleri de bunu açıklamaktadır. PT-5 ürünü ($E_v = \% 0,05$) PT-4 ürününe ($E_v = \% 0,02$) göre daha yüksek su emme değerine sahiptir. PT-5 ürünün mikroyapısı incelendiğinde boyutu $50\mu\text{m}$ 'den büyük kuvars taneleri görülmektedir. Bu da kalıntı kuvars tane boyutunun ürünlerin su emme değerlerini arasındaki ilişkiye işaret etmektedir.



Şekil 5. PT-4 ve PT-5 porselen karo yüzeylerinin SEM ile elde edilmiş ikincil elektron (SE) görüntüleri ve kuvars tanelerine ait EDX analizleri

3.5. Yüzey temizleyicisinin etkisi

Çalışmada 10 farklı ticari yüzey temizlik malzemesi kullanılarak temizleyicilerin pH değerleri ölçülmüştür. Temizleme solüsyonları ürünlerin üzerinde yazan hazırlama talimatlarına göre hazırlanarak kullanılmıştır. Her bir ürünün temizleme işlemi sonrasında lekelerin temizlenip temizlenmediği gözle kontrol edilerek temizleyiciler 1-10 arasında puanlandırılmıştır (Şekil 6). Buna göre bütün porselen karo yüzeyleri için C2, C7, C8 ve C9 ürünleri daha iyi performanslı ürünler olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6. İyi performanslı ürünlerin puanları ve pH değerleri

4. SONUÇ

Çalışma kapsamında 6 farklı ürün ve 4 farklı ürün tipindeki ticari porselen karo incelenmiştir. Elde edilen genel sonuçlar aşağıda verilmektedir.

Sırlı ürünler genellikle lekelenmeye karşı yüksek dayanım göstermektedir. Ancak, bu durum yüksek yüzey pürüzlülük değerlerine bağlı olarak (Ra) değişkenlik gösterebilmektedir.

Mat yapıda sırsız bünye porselen karo ürünlerin temizlenebilirlik performansı yüzey mikroyapı karakteristiklerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. Anortit fazının varlığı şekli ve miktarı dolayısıyla yüksek yüzey pürüzlülüğüne neden olmaktadır.

Yarı lappato yüzey bitişine sahip olan ürünler yüzey mikroyapıları ve yüzey morfolojileri nedeniyle lekelenmeye hassas ürünlerdir. Açık gözenekler, yüzey işlemleri sırasında oluşan diğer yüzey hataları ürünün temizleme performansını olumsuz yönde etkilemektedir.

Parlatılmış ürünlerin temizlenebilirliği ürün yüzeyindeki açık gözenek miktarına, kalıntı kuvars tane boyutuna ve yüzeydeki açık porların boyutuna bağlı olarak değişmektedir.

Çalışmada tüm lekeler ticari temizleme malzemeleri ile keçeli kalem ve kılcal çatlaklara kolayca nüfuz edebilen mürekkep haricinde başarıyla temizlenmiştir.

Yüzey temizleyicileri için pH değeri 7-9 arası olan temizleyicilerin çalışmada kullanılan lekelenendiriciler için en iyi performans sergiledikleri tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda;

- Parlatma işlemi sırasında oluşan hatalar, çizikler ve açık portlar ürünün kolay lekelenmesine sebep olmakta ve kolay temizlenme performansını da kötü yönde etkilediği görülmüştür.
- Sırlı granit ürünler için yüzeyde açık portların bulunmaması daha kolay temizlenmelerini sağlamakta olup bu durumun bazı ürünlerde yüzey pürüzlülüğünün artması ile değişkenlik gösterebildiği, ürünün pürüzlü yüzeyinden dolayı diğer sırlı ürünlere nazaran daha zor temizlendiği tespit edilmiştir.
- RAM pürüzlülük parametresi daha yüksek olan buna bağlı olarak yüzey morfolojisi daha pürüzlü olan yüzeyler lekelenmeye daha hassas yüzeyler olarak tespit edilmiştir.
- Ürünlerin tamamının porselen karo ve su emme değerlerinin <math><0,5</math> olması karo bünyesindeki port miktarının da az olduğunu bu sebepten dolayı genel olarak bakıldığında ürünlerinin tamamının mürekkep dışında (kılcal çatlaklara da kolaylıkla nüfuz edebilen bir lekelenendirici) kolay temizlenebildiği ve lekelenme dayanımlarının iyi olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynakça

- [1] G. Timellini, Carani, G., "Cleanability and Hygiene of Ceramic Tile Surfaces", *Qualicer*, **96**, 43-59, (1996).
- [2] M. Raimondo, Zanelli, C., Dondi M., Guarini, G., Matteucci, F., Biasini, V., Gardini, D., "Surface properties of porcelain stoneware tiles: the influence of different protective coatings" *Qualicer*, **P.BC** 325-334, (2006).
- [3] E. Rambaldi, Lucchese, B., Engels, M., Bignozzi, M.C "Evaluation of durability and cleanability performances of protective treatments for lapped ceramic tiles - Part 2", *International Journal of Applied Ceramic Technology*, **16** (2) 625-637 (2018).
- [4] E. Suvacı, Tamsü, N., "The role of viscosity on microstructure development and stain resistance in porcelain stoneware tiles", *Journal of the European Ceramic Society*, **30** (15), 3071-3077 (2010).
- [5] M. Dondi, Ercolani, G., Guarini, G., Melandri, C., Raimondo, M., "The Role of Microstructure on the Resistance to stains of Porcelain Stoneware Tiles", *Journal of the European Ceramic Society*, **25** (4) 357-365 (2005).
- [6] "Seramik Karolar - Lekelenmeye Dayanıklılık Tayini", **TS EN ISO 10545-14**.
- [7] "Seramik Karolar-Su Emme, Görünür Gözeneklilik, Bağlı Yoğunluk ve Hacim Kütlelerinin Tayini", **TS EN ISO 10545-3**.