



Investigation of usability of Urfa stone in urban furniture design

Hülya Öztürk Tel^{1*}, Gencay Sarıışık², Fatma Şebnem Kuloğlu Yüksel³

¹Harran University, Sanliurfa Technical Sciences Vocational School, Department of Architectural Restoration, 63200, Şanlıurfa, Turkey

²Harran University, Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering, 63050, Şanlıurfa, Turkey

³Faculty of Fine Arts, Faculty of Architecture Department of Architecture, 63050, Şanlıurfa, Turkey

Highlights:

- Experimental properties and evaluation of Urfa stone
- Urban furniture design and production from Urfa stone
- Easy processing capability on CNC machine

Keywords:

- Urfa stone,
- Urban furniture
- Design
- Production,
- Processability.

Article Info:

Research Article

Received: 13.02.2021

Accepted: 27.04.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.879849

Acknowledgement:

2018/18001 "Building a Stone Garden by Using Urban Furniture Made of Urfa Stone" project was supported by Harran University BAP.

Correspondence:

Author: Hülya Öztürk TEL
e-mail: hulyaozturktel@harran.edu.tr
phone: +90 414 318 3000

Graphical/Tabular Abstract

In this study, the original designs of sitting benches made from Urfa stone and wood are made by AutoCAD 2010 and Autodesk 3d max programs. They are drawn and modelled in Artcam 2012 program. These models have their figures processed in CNC Machine.

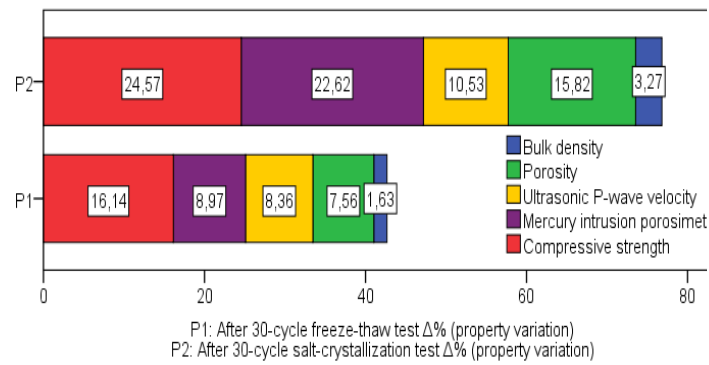


Figure A. Petrophysical properties of Urfa stone (a) 3D drawing of the bench (b)

Purpose: In this study, differing from other studies in the literature, it is investigated that Urfa stone taken from the quarries of Şanlıurfa region can be used as a design element in urban furniture due to its ease of processability by hand and CNC machine.

Theory and Methods: Urfa stone was processed by hand and CNC machine, and urban furniture was produced. The mineralogical and petrographical, chemical, physico-mechanical and petrophysical properties of the Urfa stone is determined.

Results: Urfa stone is in crystalline form and has a sparite texture containing 55.31% CaO and 0.24% SiO₂. Porosity ratio is 16.50%, specific gravity is 2450 kg / m³, water absorption amount is 9.15%, compressive strength is 19.70 MPa, bending strength is 5.21 MPa and impact strength is 4.05 kPa. In petrophysical properties, Δ (percentage change in properties) values after freeze-thaw test were found between 1.63% and 16.14%, and Δ values after salt crystallization test were found between 3.27% and 24.57%. According to this property change (%), it is more resistant to deterioration than other natural stones originating from calcium carbonate.

Conclusion: The usage performance of Urfa limestone in urban furniture has been proven to be good according to engineering characterization tests. As a result of the study, it was determined that Urfa stone, which can be easily processed using a CNC machine, can be used in urban furniture by designing a new product.



Urfa taşının kent mobilyası tasarımında kullanılabilirliğinin araştırılması

Hülya Öztürk Tel^{1*}, Gencay Sarıışık², Fatma Şebnem Kuloğlu Yüksel³

¹Harran Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Mimari Restorasyon Bölümü, 63200, Şanlıurfa, Türkiye

²Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 63050, Şanlıurfa, Türkiye

³Harran Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 63050, Şanlıurfa, Türkiye

Ö N E Ç İ K A N L A R

- Urfa taşının deneysel açıdan özellikleri ve değerlendirilmesi
- Urfa taşından kent mobilyası tasarımı ve yapımı
- CNC makinesinde kolay işlenebilir kabiliyeti

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 13.02.2021

Kabul: 27.04.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.879849

Anahtar Kelimeler:

Urfa taşı,
kent mobilyası,
tasarım,
üretim,
işlenebilirlik

ÖZ

Urfa taşı estetik görünümü, kolay işlenebilmesi, ısı yalıtımı ve dayanıklılığı nedeniyle Şanlıurfa'da antik çağlardan günümüze kadar önemli bir yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Günümüzde beton kullanımının yaygınlaşmasıyla Urfa taşı önemini yitirmiştir. Bu çalışmada, Şanlıurfa taş ocaklarından alınan Urfa taşının elde ve CNC makinesinde işlenerek kent mobilyalarında bir tasarım elemanı olarak kullanılıp kullanılmayacağı incelenmiştir. Bu amaçla mineralojik ve petrografik özellikler ve kimyasal, fiziko-mekanik ve petrofiziksel özellikleri ile ilgili yapı taşı örneklerinde bir dizi mühendislik özelliklerinin testi ve analizi yapılmıştır. Urfa taşı kristalize formdadır ve %55,31 CaO ve %0,24 SiO₂ içeren spartit bir dokuya sahiptir. Porozite oranı %16,50, özgül ağırlığı 2450 kg/m³, su emme miktarı %9,15, basınç dayanımı 19,70 MPa, eğilme dayanımı 5,21 MPa ve çarpma dayanımı 4,05 kPa'dır. Petrofiziksel özelliklerde donma-çözülme testi Δ (özelliklerin yüzde olarak değişmesi) değerleri %1,63 ile 16,14 arasında, tuz kristalizasyon testi sonrası Δ değerleri ise %3,27 ile 24,57 arasında bulunmuştur. Bu özellik değişikliğine göre (Δ%) kalsiyum karbonat kaynaklı diğer doğal taşlara göre bozulmaya karşı daha dayanıklıdır. Urfa taşının kent mobilyalarında kullanım performansının, mühendislik özellikleri testlerine göre iyi olduğu kanıtlanmıştır. Çalışma sonucunda, tasarımı yapılan kent mobilyalarının CNC makinesi ve elde kolayca işlenebilen Urfa taşı ile üretilebileceği belirlenmiştir.

Investigation of usability of Urfa stone in urban furniture design

H I G H L I G H T S

- Experimental properties and evaluation of Urfa stone
- Urban furniture design and production from Urfa stone
- Easy processing capability on CNC machine

Article Info

Research Article

Received: 13.02.2021

Accepted: 27.04.2021

DOI:

10.17341/gazimmfd.879849

Keywords:

Urfa stone,
urban furniture,
design,
production,
processability

ABSTRACT

Urfa stone has been used as an important building material in Şanlıurfa since ancient times due to its aesthetic appearance, easy processing, thermal insulation and durability properties. With the widespread use of concrete today, Urfa stone has lost its importance. In this research, it was investigated whether Urfa stone obtained from Şanlıurfa quarries, processed by hand and CNC machine, can be used as a design element in urban furniture. For this purpose, related to mineralogical and petrographic properties and chemical, physico-mechanical and petrophysical properties, a range of testing and analysis of engineering properties were carried out on building block samples. Urfa stone is in crystalline form and has a sparite texture containing 55.31% CaO and 0.24% SiO₂. Porosity ratio is 16.50%, specific gravity is 2450 kg / m³, water absorption amount is 9.15%, compressive strength is 19.70 MPa, bending strength is 5.21 MPa and impact strength is 4.05 kPa. In petrophysical properties, Δ (percentage change in properties) values after freeze-thaw test were found between 1.63% and 16.14%, and Δ values after salt crystallization test were found between 3.27% and 24.57%. According to this property change (%), it is more resistant to deterioration than other natural stones originating from calcium carbonate. The usage performance of Urfa stone in urban furniture has been proven to be good according to the tests of engineering properties. As a result of the study, it was determined that the designed urban furniture can be produced with Urfa stone which can be easily processed by hand or CNC machine.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Urfa taşı 12000 yıl öncesinden günümüze kadar Şanlıurfa yöresinde yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Urfa taşının kullanımı Şanlıurfa mimarisinde erken dönem (çanak-çömleksiz, pre-pottery) Neolitik çağa kadar uzanmaktadır. Urfa taşı Göbeklitepe'den başlayarak Harran kalesi, Urfa kalesi surlarında ve geleneksel Urfa konutlarında yapı ve süsleme malzemesi olarak kullanıldığı görülmektedir. Dünya mirası listesinde yer alan Göbeklitepe Urfa taşının kullanıldığı en önemli eser olarak nitelendirilebilir [1]. Şanlıurfa; Urfa taşı bakımından zengin doğal kaynaklara sahiptir. Urfa taşı kolay işlenen, kolay kesilebilen ve ocaktan çıktıktan bir süre sonra sertleşen bir yapıya sahip olması nedeni ile Şanlıurfa'da geleneksel pek çok yapıda tercih edilmiştir [2]. Urfa taşı, bir kireçtaşı türü olup, açık sarımsı (Ocre Jaune) renklidir. Yörede havara taşı ve nahit taşı olarak da bilinmektedir.

Araştırmacılar tarafından kent mobilyalarının mekanlara etkileri [3], kent tasarımında ve kentlerin kimlik kazandırılması [4, 5], taş süsleme [6], peyzaj mimarlığı açısından değerlendirilmesi [7], ve doğal taş artıkların katma değeri yüksek ürün haline dönüştürülmesi [8], ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. 1980'li yıllardan itibaren ülkemizde tasarımcılar, peyzaj mimarları, mimarlar ve çevre bilimciler tarafından kent mobilyası deyimi kullanılmaya başlanmıştır [9]. Kent mobilyaları peyzaj alanlarında tasarımcıların konfor, ulaşım, dinlenme, eğlenme, dış etkilerden korunma gibi fonksiyonları dikkate alınarak, kent mekanlarında kullanılmaktadır [10]. Günümüzde endüstrileşen bu kent mobilya elemanlarının tasarımı, üretimi, konumlandırılması ve yer seçimi ile ilgili kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir [9, 11]. Kent mobilyalarında doğal taş malzeme kullanılmasıyla yüzeylerde dokusal ve görsel zenginlik, estetik değer sağlamaktadır. Geçmişten bugüne kadar kent mobilyalarının imalatında farklı türde malzemeler tercih edilebilmektedir [12]. Kent peyzajı ve kent mobilyaları, kentte yaşayanların rahat olmalarını sağlar ve kentle özdeşleşip, bir kenti diğerinden ayırır [13]. Alışkanlıklar, değerler ve anlam üretme biçimlerinde değişime neden olurlar. Bunun çarpıcı bir örneği, İngiltere'de Kraliyet posta hizmetlerinin, Victoria döneminden buyana 150 yıldan fazla süredir kullandığı kırmızı posta kutularıdır. İngiltere'nin posta kutuları hem sanat (kültürel) hem de kent mobilyası unsuru olarak, bunca yıldan sonra çok önemli bir pozisyon kazanmıştır [14]. Kent mobilyaları tasarımında malzeme çeşitliliği en belirleyici öğedir. Kent mobilyalarının tasarımı ve imalatında farklı malzemelerin kullanımı farklı ürün çeşitliliği sağlamaktadır. Böylelikle tasarım zenginleşmekte, ürün kalitesini artmaktadır [15]. Kent mobilya tasarımında inovasyon anlayışını geliştirmek, geleneksel tasarımı etkin kılmak, çevresel faktörlere önem veren insanla doğa arasındaki uyumu yakalayan tasarımların yapılması gerekmektedir [16]. Kent mobilyası tasarımlarında özellikle kentle özdeşleşen değerlerin kullanılması tasarıma özgünlük katarak, kent kimliğinin de pekişmesini sağlar.

Günümüzde doğal taşlardan yapılan üç boyutlu tasarımlar bilgisayar kontrollü makine (CNC) ile daha pürüzsüz ve kaliteli üretilmektedir. CNC makinelerinde CAM programları ile tasarımı yapılan 3 boyutlu ürünlerin sayısal kontrol (NC) kodları belirlenerek, işlemleri yapılmaktadır [17].

Doğal taşlar, ortam koşullarındaki değişiklikler nedeniyle gözeneklerindeki çözünür tuzlar ve tuz kristalleşmesi gibi çevresel koşullardan olumsuz etkilenir [18]. Bozulma süreçlerinin araştırılmasında, yapı taşlarının kimyasal özellikleri fiziksel özellikleriyle birlikte dikkate alınmalıdır [19]. Renk değişimi sadece taşın estetik görünümünü etkilemekle kalmaz, üzerinde fiziksel hasara da neden olabilir [20]. Kayaların fiziko-mekanik davranışı üzerine suyun etkileri üzerine yapılan bir çalışmada, elde edilen sonuçlar asidik suyun kayaların davranışını ve mukavemetini değiştirdiğini ortaya koymuştur [21]. Sülfatlı su kalsiyum karbonatın çözülmesi ile oluşan tuz kristallerinin genleşmesi ile yüzeyde çatlaklar oluşur. Anizotropik termal genleşme ve daralmanın neden olduğu yapısal deformasyonlar doğal taşın iç yapısına doğru hareket eder. Doğal taşların fiziksel ve mekanik özellikleri, deformasyon ve parçalanma sonucunda değişebilir [22]. Bu nedenle kent mobilyalarında aranan özellikler de dikkate alınarak doğal yıpranmaya ve bozulmalara karşı dayanıklı olan kayaçlar grubunda yer alan doğal taşlar tercih edilmelidir. Birçok araştırmacı tarafından donma-çözülme sonrası çevresel ve atmosferik koşullara maruz kalan alanlarda yapı taşı olarak kullanılacak farklı doğal taşların bulunabilirliğini ve bozulma süreçleri araştırılmıştır [23-26]. Literatür araştırmalarında bu konuda Sarıışık, G. vd. volkanik kayaçların işlenmesi sürecinde oluşan artıkların toplu kullanım mekânlarında ve kent mobilyalarında bir tasarım elemanı olarak kullanılabilirliği üzerine yapılan bir çalışma yapmıştır [27]. Bu çalışma dışında doğal taşın kent mobilyasında kullanımı ile ilgili çok fazla çalışma yer almayıp, farklı metaryallerin kullanılması ile yapılan Sanchez-Roldan, Z. vd. çevre dostu kent mobilyası üretmek için geri dönüştürülmüş agregaları kullanma ve teknik fizibilitesine değinmiştir [28]. Faneca Llesera, G. vd. geri dönüştürülmüş karbon liflerinden yapılmış iletken beton kullanılarak kent mobilyalarında kendinden ısıtma ve buz çözme uygulamalarına yer vermiştir [29]. Liu, X. ve Zhang, Z. F. çalışmada ise bambu ile yapılan kent mobilyalarının tasarımı ve doğa dostu olduğundan bahsedilmektedir [30].

Yaptığımız çalışmada ise kent mobilyalarının yapımında kullanılan Urfa kireçtaşının mineralojik ve petrografik özellikleri kimyasal, fiziksel-mekanik ve petrofiziksel özellikleri açısından kullanıma uygunluğu değerlendirilmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM (MATERIALS AND METHODS)

Bu çalışmada kent mobilya yapımında Urfa taşı kullanılmıştır. Urfa taşı Şanlıurfa kenti Kadıkendi mevkiinde

yer alan Evren Taş Madencilik firmasından temin edilmiştir (Şekil 1). Şanlıurfa kenti doğal yapı malzemesi olan zengin kireçtaşı (Urfa taşı) kaynaklarına sahiptir. Şanlıurfa'da büyük ölçekte ihracat yapan 5 taş ocağı bulunmakta olup, 62.212.500 ton görünür kireçtaşı rezervi bulunmaktadır (MTA 2010) Disk testere yardımıyla ocaklardan kolay bir şekilde çıkarılan Urfa taşı tasarıma göre istenilen ebatta kesilerek kullanıma sunulmaktadır.

Kent mobilyalarının yapıştırılmasında Fixa doğaltaş ve kaplama tuğla yapıştırma harcı kullanılmıştır. Bu yapıştırma harcının görünüşü bej renkli ve kalın toz halinde, yoğunluğu 1,60 kg/lt, su karışım oranı 1/5 su/toz, dinlendirme süresi 5-10 dk, kap ömrü 1,5-2 saat, uygulama sıcaklığı +5°C-35°C, yapışma kuvveti ≥ 1 N/mm² ve kayma özelliği $\leq 0,5$ mm'dir. Urfa taşının mühendislik özelliklerini (fiziksel, mekanik, kimyasal, mineralojik ve petrografik analizler) belirlemek için (European Norm) EN standartlarına uygun analizler (TS EN 500, TS EN 1247, TS EN 15309'a göre), yapılmıştır. Urfa taşının kimyasal analizleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Akretide Doğaltaş Analiz (ACME) Laboratuvarı'nda XRF (ICP-ES) yöntemi ve endüktif bileşik plazma-kütle spektrometresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Urfa taşı örneklerinin mineralojik analizleri için "Rigaku Rint 2000" marka XRD cihazı kullanılmıştır. Ham taşların çatlak yüzey taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri, Leo-1430 VP marka bir cihazla elde edilmiştir. Analizlerden önce numuneler karbon ile kaplanmıştır. Eşzamanlı Termal Analiz (LINSEIS L-81) cihazı kullanılarak yapılan eş zamanlı(simültane) termal (sDTA-TG) analizinde, numunelerin sıcaklıkları 0-1200°C aralığında 20°C/dk ısıtma hızında gerçekleştirilmiştir. Özgül ağırlığı, su emme, gözeneklilik, basınç dayanımı, don sonrası basınç dayanımı (30 döngü), donma dayanımı (ağırlık kaybı) ve sabit momentte eğilme dayanımı (4 eksen) için fiziksel ve mekanik testler EN standartlarına göre uygulanmıştır.

Taşın gözenek boyutu ve yüzey alanı dağılımı civa porozimetre cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Bu cihazda kullanılan numuneler 2-3 g ağırlığındadır. Ultrasonik P dalgası hızını belirlemek için bir ultrasonik test cihazı kullanılmıştır. Cihazın numuneler üzerindeki alıcı ve verici uçları ve ses geçiş süreleri ölçülerek ses geçiş hızları (V) hesaplanmıştır. Ölçümlerde numunenin uzunluğu dikkate alınmıştır.

Donma-çözülme testi (30 döngü) ve tuz kristalizasyon testi (30 döngü) için petrofiziksel özellik testleri EN 12371 ve EN 12370 standartlarına (EN 12371 2011; EN 12370 2001) göre gerçekleştirilmiştir. Tuz kristalizasyon testi EN 12370 standardına göre %14 sodyum sülfat dekahidrat (Na₂SO₄·10H₂O) solüsyonu kullanılarak yapılmıştır. Bu işlemler 30 kez tekrar edilmiş ve 30. işlemin ardından kaya örnekleri saf suda (24 ± 1) saat bekletilip yıkandıktan sonra inkübatörde kurutulup tartılmıştır. EN 12371 standardına göre normal atmosferik koşullarda suya doymun hale getirilen donma-çözülme test numuneleri yaklaşık 4 saatte soğutma hızını -20°C'ye düşürmek üzere ayarlanarak soğuk hava dolabına yerleştirilmiştir. Dondurma-çözdürme işlemi numune üzerinde 30 kez tekrarlanmıştır, 70 ± 5°C'de tartılmıştır ve dondan sonra kuru kütle ölçülmüştür. Her iki deneyde de sabit kütleyle ulaşan numunelerin fiziksel ve mekanik testleri yeniden belirlenmiştir.

2.1. Kent Mobilyalarının Tasarımı (Design of Urban Furniture)

Kent mobilyaları, kentte yaşayan insanların, kentsel ihtiyaçlarını karşılayan, bireysel ve toplumsal yaşamını kolaylaştıran, iletişimi arttıran mekana anlam katan elemanlardır. Kent mobilyaları, bulunduğu mekanda bulunan diğer elemanlar ile renk, biçim, boyut ve malzeme açısından uyumlu tasarlanmalıdır [31]. Kent mobilyası tasarımları; fonksiyonel, estetik ve olabildiğince özgün ve kent dokusu ile uyumlu olmalıdır. Kentte yaşayan insanların



Şekil 1. Urfa taşı ocağının uydü görüntüsü (Satellite image of Urfa stone quarry)

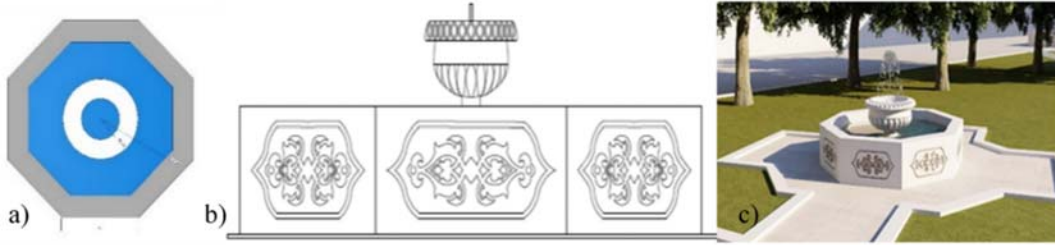
konforu düşünülerek tasarlanmış kent mobilyaları kentsel yaşam kalitesini arttırmaktadır [32]. Kent mobilyaları tasarımında malzeme, renk ve çevre uyumu, gösteriş, tarihi nitelik, işlevsellik, modern ve temiz görünüm kullanıcıların beğeni düzeyini etkileyebilecek ölçütler olarak belirlenmiştir [33]. Kent mobilyaları; kent kimliğine uygun üretimin yanında teknoloji, estetik ve sanatsal değerleri göz önünde bulunduracak şekilde tasarlanmalıdır. Kent mobilyalarının üretiminde doğru ve kaliteli malzemelerin seçilmesi, çevresel dış etkenlere karşı dayanıklı olması, kent mobilyalarının uzun ömürlü olmasını sağlayacaktır. Tasarımlarda doğal malzemelerin seçilmesi insan psikolojisinde huzur ve dinlenme etkisi yaratır [34].

Bu çalışma kapsamında kent mobilyaları tasarlanırken; malzeme ve renk uyumu, oran dengesi, işlevsellik, orijinallik, temiz olma ve algılanabilirlik ölçütleri göz önüne alınmıştır. Bu çalışmada oturma bankı ve süs havuzunun

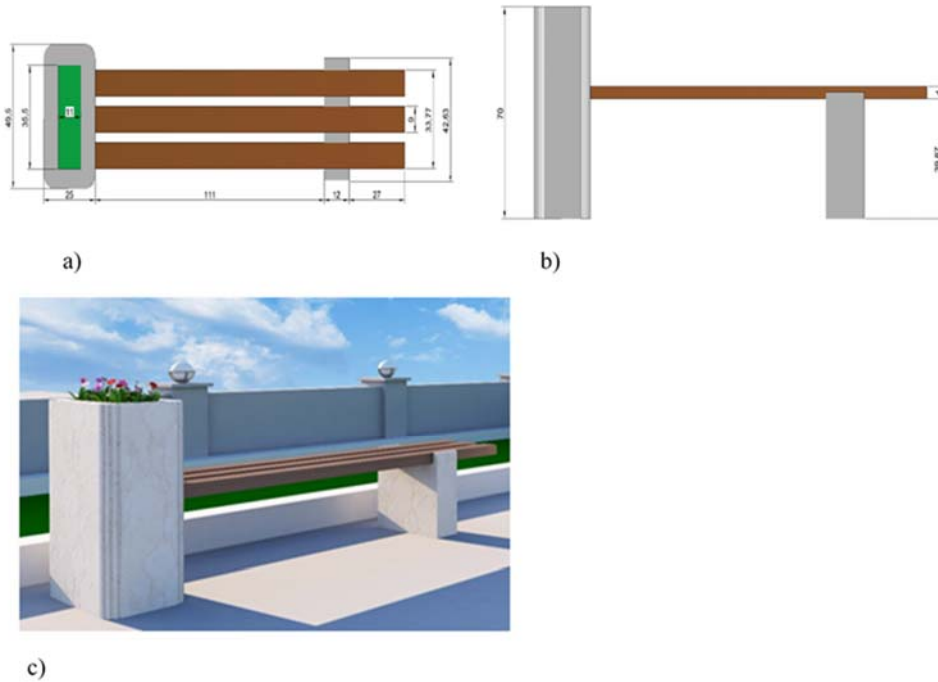
özgün tasarımları yapılmıştır. Bu tasarımlar Autocad 2010 ve Autodesk 3d max 2018 yazılım programlarında çizilmiştir (Şekil 2 ve Şekil 3). Kent mobilyası yapımında malzeme olarak “Urfa taşı” tercih edilmiştir. Urfa taşının tercih edilme nedenleri;

- Geleneksel mimariyle uyumlu bir malzeme olması,
- Urfa kenti yakınlarından çıkarıldığı için yerel bir malzeme olması
- Nakliye maliyetinin düşük olması,
- Dayanıklı ve uzun ömürlü olması,
- Kolay işlenebilir olması ve çevre dostu olması,
- Sürdürülebilir malzeme olması sayılabilir.

Kent mobilyalarının tasarlanırken bazı kriterler göz önünde bulundurulmaktadır. Kentin tarihi, kültürel, sosyal ve ekonomik yapısını dikkate alınarak tasarlanan donatı elamanları kentin kimliğinde belirleyici bir rol oynamaktadır[35]. Bu çalışmada yapılan kent mobilyaları



Şekil 2. (a) Süs havuzu tasarımının planı (b) Süs havuzu görünüşü (c) 3 boyutlu çizimi.
(a) The ornamental pool design plan (b) Ornamental pool view (c) 3D drawing).



Şekil 3. (a) Oturma bankı planı (b) Oturma bankı görünüşü; (c) Oturma bankı 3 boyutlu çizimi.
(a) Sitting bench plan (b) Sitting bench view (c) 3D drawing of the bench).

tasarımda Şanlıurfa'nın geleneksel kent dokusunda yer alan süslemeler, taşa işlenerek kentsel kimlik vurgulanmıştır. Bu nedenle süs havuzu tasarımında; kentin gelenekselliğine vurgu yapılmıştır. Şanlıurfa kent dokusunda yer alan zengin rumi ve bitkisel süslemelere yer verilerek kentin tarihi kimliği yaşatılmaya çalışılmıştır. Kullanılan malzeme olarak Urfa taşı kent dokusunda kullanılan malzeme olması, üzerine desenlerin kolay işlenebilmesine olanak vermesi nedeni ile tercih edilmiştir.

Bank daha modern tarzda asimetrik, çiçeklik ile birlikte daha işlevsel tasarlanmıştır. Malzeme kullanımında, ahşap malzeme ile taş birlikte kullanılarak armoni yakalanmıştır.

Oturma banklarında donatı elemanlarının boyutları, tasarımı ve kullanılan malzemeler konforu önemli derecede etkilemektedir. Oturma elemanlarının uzunluğunda kişi başına 60 cm düşecek şekilde tasarlanmalıdır [36]. Tasarımı yapılan oturma bankı da sabit olarak ve kişi başına 60 cm'lik mesafe planlanarak iki kişilik tasarlanmıştır.

2.2. Kent mobilyası yapımı (Urban furniture construction)

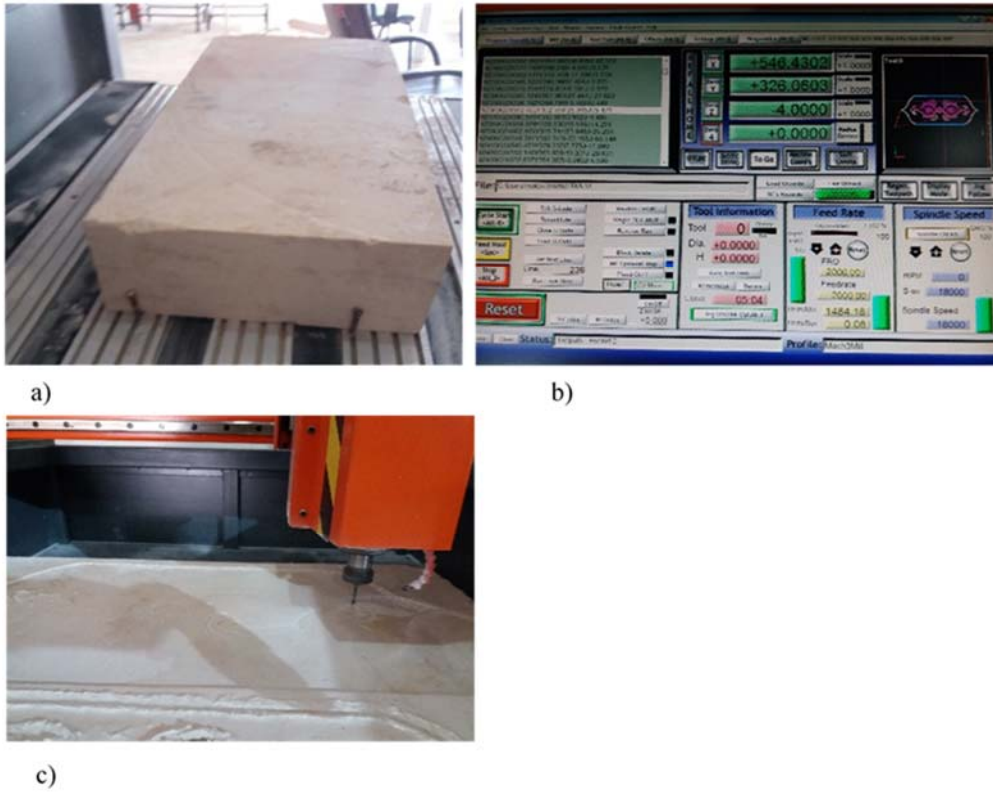
Takım yolu atamasından sonra simülasyon izlenerek atanan takımların doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmiştir. Çizim hatasız olarak yapıldığı tespit edilerek, G-code alınarak bilgisayara kaydedilmiştir. Bilgisayara kaydedilen G-code CNC makinesinin hafızasına Mach 3 programıyla

aktarılmıştır. CNC makine hafızasına atıldıktan sonra CNC makinesine çalışma yapılacak olan Urfa taşı sabitleme aparatıyla yerleştirilerek sabitlenmiştir. Urfa taşı sabitlendikten sonra CNC makinesine takım yolunda belirlenen 6 mm'lik kesici uç takılmıştır. Kesici uç takımının takılmasından sonra CNC makinesinin ucu modelde belirlenen başlangıç noktası Urfa taş plakası üzerine getirilerek her üç eksende sıfırlama yapılmıştır. Sıfırlama işleminden sonra makinede bulunan tuş takımları ile CNC makine hafızasına kaydedilen G-code seçilerek makinenin çalışması başlatılmıştır. Operatör gözetiminde işleme tamamlanmıştır (Şekil 4).

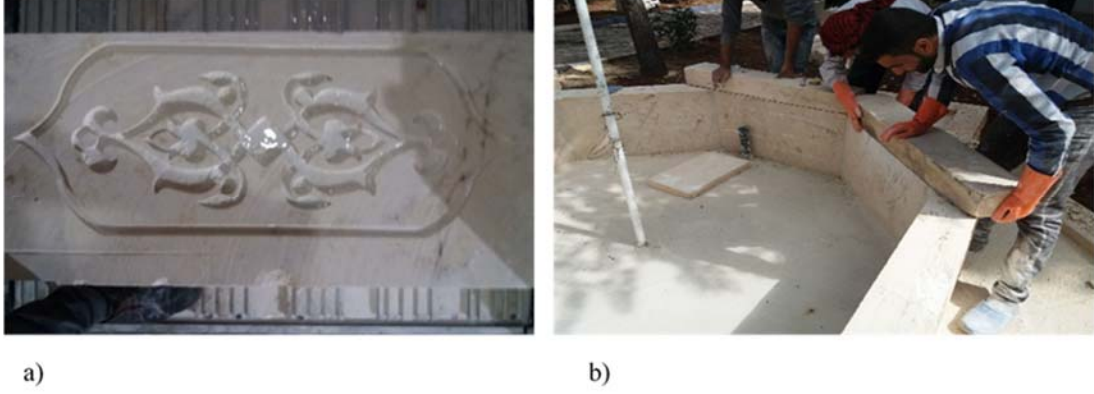
Bu çalışmada Urfa taşından yapılan kent mobilyaları CNC makinesi ile işlenmiştir. CNC makinesi ile işleme parametreleri; Kesici uç çapı 6,0 mm, kesme derinliği 1 mm, devir hızı 10000 d/dk, ilerleme hızı 5000 mm/dk, dalış hızı 2000 mm/dk ve kesme genişliği 3,0 mm olarak alınmıştır.

İşlenen parçaların Fixa doğaltaş yapıştırma harcı ile birleşiminin yapılarak kent mobilyasına dönüşümü sağlanmıştır (Şekil 5).

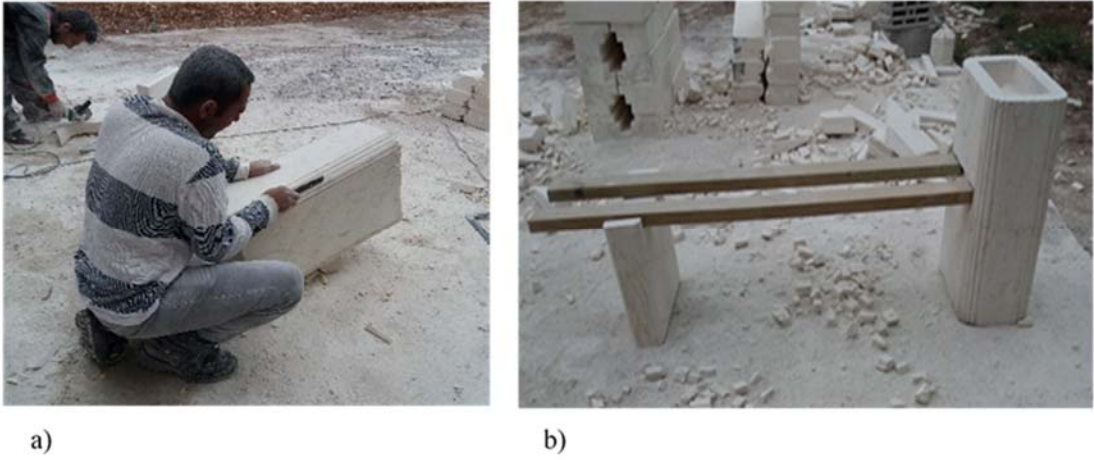
Oturma bankları için gereken ebatta taş ocağından kesilmiş olarak getirilen Urfa taşı, el işçiliği ile keski kullanılarak işlenmiş, işlenen parçaların ahşap malzeme ile birleşimi sağlanmıştır. Birleşiminde metal köşe birleştirme L aparat kullanılmıştır. (Şekil 6)



Şekil 4. (a) Ham Urfa taşının CNC yerleşimi (b) İşleme parametrelerinin CNC'ye girilmesi (c) İşlemenin yapılması.
 ((a) CNC placement of raw Urfa stone. (b) Entering the processing parameters to the CNC (c) Processing.)



Şekil 5. (a) İşlenmiş son hali (b) Yapıştırma harcı ile birleşim. ((a) Processed finished. (b) Combination with adhesive mortar.)



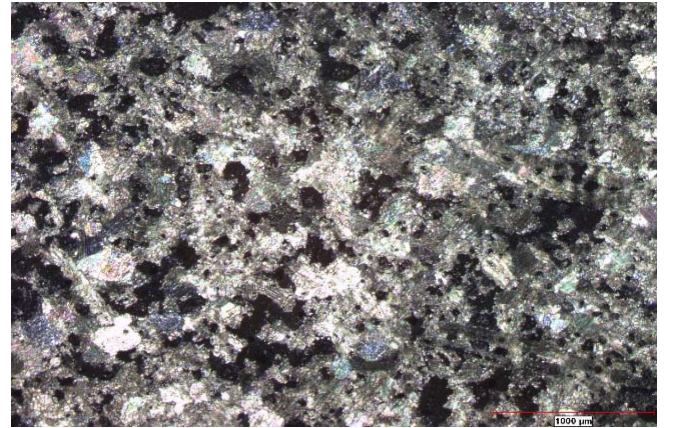
Şekil 6. (a) Urfa taşının elde keski ile işlenmesi (b) Ahşapla birleşiminin yapılması.
((a) Chiseling Urfa stone by hand (b) Combining with wood.)

3. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

3.1. Malzemenin Karakterizasyonu (Characterization of the Material) (Characterization of the Material)

3.1.1. Mineralojik ve petrografik özellikler, petrografik isim ve ticari tanım (Mineralogical and petrographic characteristics, petrographic name and trade description)

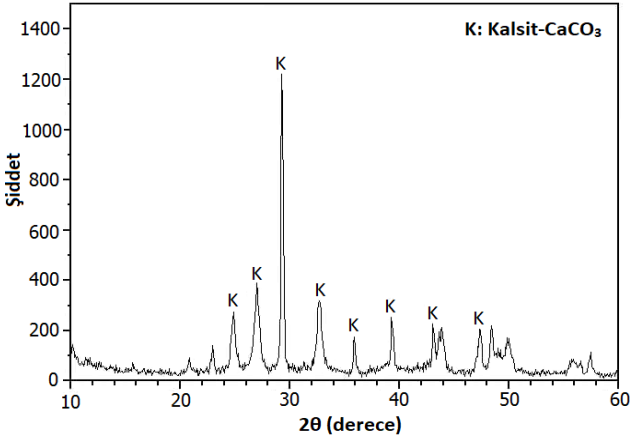
Urfa taşı, küçük taneli, sert ve masif yapılı, az miktarda erime boşlukları ve gözenekleri olan mikritik-mikrosparitik-sparitik bir taştır (Şekil 7). Baskın mineral kalsittir. XRD analizine göre fosil, kalk ve granat dışında dolomit ve kuvarslarda karşılaşılmıştır. Mikritik kalsit (hacimce %55-57), kristalize kalsit (hacimce %43-44) ve kuvars (hacimce %0,1-0,4) mineral bileşimlerine sahiptir. Makroskopik incelemelere göre Urfa taşı sarımsı beyazdır. Urfa taşı oluşumuna göre sedimanter kaya olarak sınıflandırılır. Petrografik adı kireçtaşı, ticari adı Urfa taşı olarak tanımlanmaktadır. Numunelerin petrografik analizlerinin mineral içerikleri ve sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 7. Urfa taşı mikro kristalinin kalsit kristalleri.
(Calcite crystals of Urfa stone microcrystal)

Urfa taşı mineralojik analizinin XRD paterni Şekil 8'de verilmiştir. XRD deseninde görülen Urfa kireçtaşı örneğinin tamamına yakını CaCO_3 (kireçtaşı) 'dir. XRD analizine göre fosil, tebeşir ve granat dışında dolomit ve kuvarsla karşılaşılmıştır. Mikritik kalsit (hacimce %55-57), kristalize kalsit (hacimce %43-44) ve kuvars (hacimce %0,1-0,4)

mineral bileşimlerine sahiptir. Urfa taşı örneklerinde SEM analizi yapılmıştır. Urfa kireçtaşının mikro yapısını ayrıntılı olarak gösteren SEM fotoğrafları Şekil 9'da verilmiştir. Urfa taşının homojen bir mikroyapıya sahip olmasına karşın gözenekli özellikleri ön plana çıkmaktadır. Kristal yapının yaklaşık %100'ü kalsit kristallerinden oluşan homojen bir yapıya sahiptir. Kristallerin tane boyutları bir çok alanda birbirine çok yakın iken, gözenekli yapıya sahip alanlarda kristal tane boyutları artış göstermektedir.



Şekil 8. Urfa taşının oda sıcaklığı XRD paterni (Room temperature XRD pattern of Urfa stone)

3.1.2. Kimyasal Özellikler (Chemical Properties)

Urfa bölgesindeki Urfa taşı örneklerinin kimyasal analiz sonuçları Tablo 2'de sunulmuştur. Urfa taşında farklı iklim koşullarında meydana gelen renk değişikliklerinin nedeni taş içindeki Fe₂O₃ oranının düşük olmasıdır.

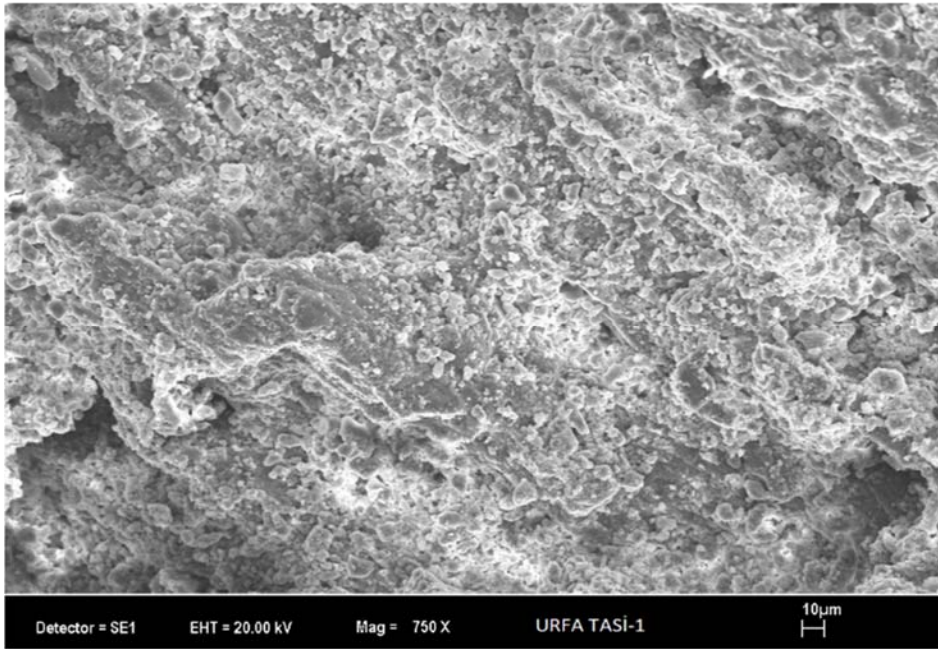
Tablo 2. Deneyde kullanılan Urfa taşının kimyasal analizi. (Chemical analysis of Urfa stone used in the experiment)

Kimyasal Analiz	SI Birim	Değer
SiO ₂	(%)	0,24
Al ₂ O ₃	(%)	0,01
Fe ₂ O ₃	(%)	0,07
CaO	(%)	55,31
MgO	(%)	0,20
K ₂ O	(%)	0,10
TiO ₂	(%)	0,015
P ₂ O ₅	(%)	0,025
SrO	(%)	0,02
LoI	(%)	44,01

Urfa taşı, mikritik kireçtaşı (doğal çamur taşı, doğal çimento olarak tanımlanır) ve kristalize kalsitten oluşan bir kayadır. Kaya yüzeylerinin boyanması ve yüzey dokusunun değişmesi zayıf bir şekilde gelişmiştir. Urfa taşının yüzeyinde renk değişimi (renk değişimi) ve değişiklik (taş

Tablo 1. Mineralojik-petrografik analiz sonuçları (Mineralogical-petrographic analysis results)

Ticari unvan	Kaya türü / adı	Dokular	Tane boyutu	Mineralojik bileşim	Alterasyon
Urfa taşı	Sedimanter / kireçtaşı	Ana (kristal doku) Özel (sparitik doku)	İnce, orta-iri taneli	Mikrit-sparitik kalsit (%56) Kristalize kalsit (%43,6) Kuvars (%0,4)	Karbonat



Şekil 9. Urfa taşı SEM görüntüsü (gözenek) (SEM image of Urfa stone (pore))

bozulması, çatlama, kabuklanma) görülmemiştir. Bu analizler, Urfa taşının bileşiminde %99 CaCO₃ bulunduğunu göstermektedir. Kalsiyum karbonat kökenli doğal taşlar, üretim sırasında ve kullanıldığı ortamlarda insan sağlığı ve çevre sağlığı açısından daha hijyeniktir. Magmatik kökenli doğal taşların radyasyon yayan mineraller olma ihtimali çok yüksekken, Urfa taşının kalsiyum karbonat kaynaklı olması radyasyon emisyonu riskini sıfıra indirmektedir. Urfa taşında farklı iklim koşullarında renk değişikliğinin olmamasının sebebi % Fe₂O₃ içeriğinin düşük olmasıdır.

3.1.3. Fiziko-mekanik ve petrofiziksel özellikler (Physico-mechanical and petrophysical properties)

Urfa taşının fiziksel ve mekanik özellikleri için deneysel verilere uygun bir laboratuvar çalışması yapılmıştır. Urfa kireçtaşının fiziko-mekanik özellikleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Urfa taşının fiziksel ve mekanik özellikleri.
(Physical and mechanical properties of Urfa stone)

Fiziksel ve mekanik özellikler	SI	Değer
Knoop sertliği	HK	118
Özgül Ağırlık	kg/m ³	2450
Su Emme	%	9,15
Porozite	%	16,50
Cıva intrüzyon porozimetri	%	15,84
Kapiler su emme	g/m ² s ^{0,5}	22,80
Basınç dayanımı	MPa	19,70
Eğilme dayanımı	MPa	5,21
Ultrasonik P dalgası hızı	m/s	3230
Çarpma dayanımı	kPa	4,05

Urfa taşının porozite ve su emme değeri %9 ile %16 arasındadır ve bu nedenle nemli ortamlarda kullanılabilir. 19,70 MPa değerindeki yüksek dayanımlı doğal taşlara göre basınç dayanımı düşük olmasına rağmen dayanımı beton ve tuğla gibi yapı malzemelerine yakındır. Kullanım alanlarında en az 15 cm kalınlıkta kullanıldığından eğilme dayanımı 5,21 MPa ve çarpma dayanımı 4,05kPa değerlerine uygundur. Don sonrası Urfa kireçtaşında kütle kaybı %0,02 olup, basınç dayanım değerininin 16,52 MPa 'ya düştüğü görülmektedir. Doğaltaşların eğilme direnci arttıkça, kırılmaya karşı dirençleri de aynı oranda artmaktadır. Urfa taşının özgül ağırlık, su emme, basınç dayanımı, don sonrası basınç dayanımı, don sonrası ağırlık kaybı ve eğilme dayanımı değerlerine göre doğal yapı taşı olarak kullanıma uygundur. Kent mobilyasında özellikle 25 cm kalınlığında kullanıldığı için daha dayanıklı olduğu saptanmıştır. Buna göre Urfa taşı kent mobilya alanında kullanımı uygun olduğu öngörülmüştür. Petrofizik değerlerindeki düşüşü ölçmek için donma-çözülme testi (30 döngü) EN 12371: 2011 standardında belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir. Tuz kristalizasyon testleri (30 gün) EN 12370: 2001 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Bu yaşlandırma testlerinden sonra taşın petrofiziksel özelliklerinde gözlenen farklılıklar Tablo 4'te görülebilir. 30 çevrim donma-çözülme testinden sonra, kireçtaşı numunelerinin porozite Δ değeri (yüzde olarak özelliklerin değişmesi) %7,56, özgül ağırlıktaki Δ değeri

%1,63, ultrasonik P dalgası hızındaki Δ değerleri %8,36, cıva intrüzyon porozimetrisinde Δ değeri %8,97 ve basınç dayanımında Δ değeri %16,14'dür. 30 döngü tuz-kristalizasyon testinden sonra, kireçtaşı numunelerinin porozite Δ değeri (yüzde olarak özelliklerin değişmesi) %15,82, özgül ağırlıktaki Δ değeri %3,27, ultrasonik P dalgası hızındaki Δ değerleri %10,53, cıva intrüzyon porozimetrisinde Δ değeri %22,62 ve basınç dayanımında Δ değeri %24,57'dir. Özelliklerdeki değişimin tuz kristalizasyonundan sonra yüzdelerde daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 10).

Kalsiyum karbonat kökenli diğer mermer ve travertenlerde yapılan donma-çözme ve tuz kristalizasyon testlerinde porozite Δ değeri %10 ile %15, basınç dayanımında Δ değeri %25 ile %30 arasında değişmiştir [37]. Volkanik kayalarda donma-çözme ve tuz kristalizasyon testlerinde porozite Δ değeri %11 ile %17, basınç dayanımında Δ değeri %20 ile %26 oranında değişmiştir [38]. Doğal taşların ΔP değerlerine göre petrofiziksel özelliklerinin karşılaştırılması Şekil 11'de verilmiştir. Urfa kireçtaşının diğer kalsiyum karbonat (mermer ve traverten) ve volkanik (andezit) kökenli doğal taşlara göre çevresel ve atmosferik etkilere daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

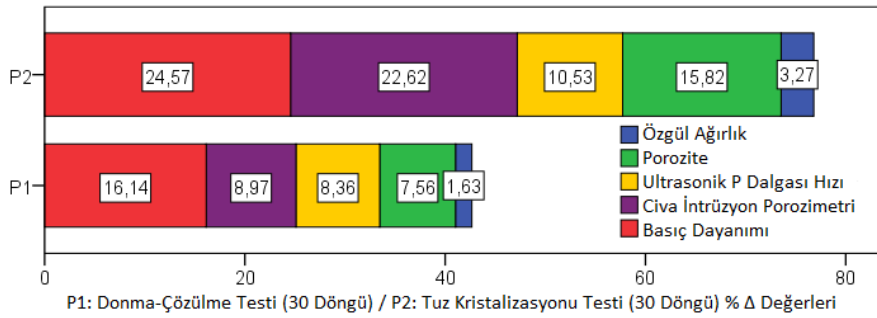
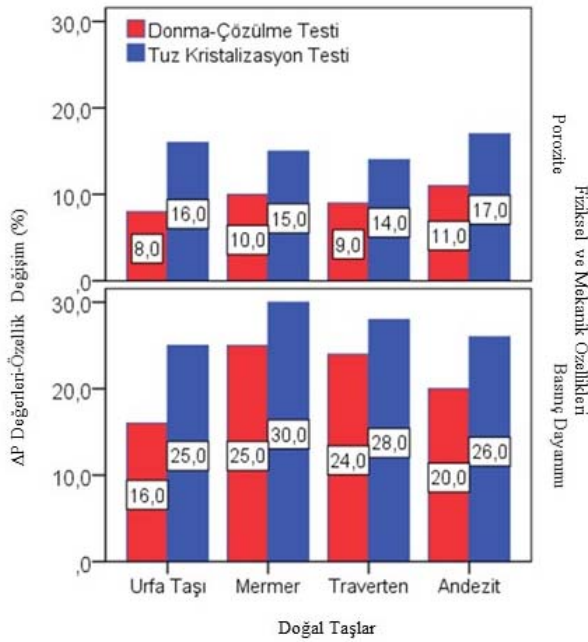
3.2. Kent Mobilyası Tasarımı ve Uygulamaları (Urban Furniture Design and Applications)

Kent mobilyası yapımlarında aynı malzeme ile farklı teknikler kullanıldığından süs havuzu ve bank yapımı gerçekleştirilmiştir. Süs havuzu yapımında; Autocad 2010 ve Autodesk 3D Max 2018 yazılım programlarında çizilen tasarımın ; işlenecek yüzeylerin Artcam 2012 programında çizimleri yapılarak modellenerek takım yolu atanmış, CNC makinesinde figürleri işlenmiştir.

Araştırmacılar tarafından doğal taşların işlenmesinde kullanılan kesici uçların bilgisayar kontrollü (CNC) makinelerde işlenebilirliğini etkileyen işleme parametreleri ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda farklı geometriye sahip kesici uçlar (içten soğutmalı) kullanılarak, farklı devir ve ilerleme hızlarında kesme kuvvetleri, spesifik enerji ve elmas kesici uçların belirlenmiştir. CNC makinesinde kesici uçlar kullanılarak, doğal taşların işleme parametreleri (işleme türü, kesme derinliği ve ilerleme hızı) belirlenmiş, kesme kuvvetleri, spesifik kesme enerjisi ve spesifik enerji değerlerinin istatistiksel olarak analizi yapılmıştır [39]. Kent mobilya yapımında kullanılan volkanik kayaların %56-60 SiO₂ içerdiği ve daha sert olduğu için CNC makinesinde işlenmesinde kesici uçların çabuk aşınmasına ve kırılmasına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle volkanik kayaların işlenmesi oldukça zor ve maliyetli olmaktadır. Urfa taşı diğer doğal taşlardan (traverten, mermer ve kireçtaşı, andezit vb.) fiziksel özellikleri daha yüksek, mekanik özellikleri de daha düşük olduğu için yumuşak doğal taş grubuna girmektedir. Bu nedenler diğer doğal taşlarda işleme parametreleri özellikle ilerleme hızı 2000-3000 mm/dk iken, Urfa taşında işleme daha kolay olduğu için 5000 mm/dk olarak öngörülmüştür.

Tablo 4. Urfa kireçtaşının donma-çözülme ve tuz kristalizasyon deneylerinden önce ve sonra petrofiziksel özellikleri (Petrophysical properties of Urfa limestone before and after freeze-thaw and saltcrystallization experiments)

Petrofiziksel Özellikleri	SI Birim	Başlangıç Değeri	Dondurma-çözülme testi (30-Çevirme)	$\Delta\%$ (Özellik Varyasyonu)	Tuz kristalizasyonu testi (30-Çevirme)	$\Delta\%$ (Özellik Varyasyonu)
Porozite	%	16,50	17,85	7,56	19,60	15,82
Özgül Ağırlık	kg/m ³	2450	2410	1,63	2370	3,27
Ultrasonik P dalgası hızı	m/s	3230	2960	8,36	2890	10,53
Civa intrüzyon porozimetri	%	15,84	17,40	8,97	20,47	22,62
Basınç Dayanımı	MPa	19,70	16,52	16,14	14,86	24,57

**Şekil 10.** Urfa taşının petrofiziksel özellikleri (Petrophysical properties of Urfa stone)**Şekil 11.** Doğal taşların ΔP değerlerine göre petrofiziksel özelliklerinin karşılaştırılması (Comparison of petrophysical properties of natural stones according to ΔP values)

Urfa taşı şehrin geleneksel mimarisine uygun bir malzeme olması, dayanıklı olması, yerel bir malzeme olması, kolay işlenebilmesi ve çevre dostu olması nedeniyle şehir mobilyalarında tercih edilmiştir. Doğal Urfa taşı ve ahşap malzemeler kullanılarak tasarım zenginleştirilmiştir. Şanlıurfa kenti için yapılan kent mobilyası tasarımlarında Urfa taşı kullanılarak tasarım ve uygulamalar yapılmıştır

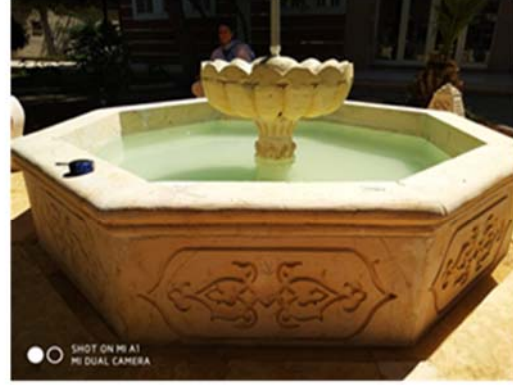
(Şekil 12). Kent mobilyası tasarlanırken belirli kriterler dikkate alınmıştır. Tasarım sürecinde, geleneksel malzeme ile yapılacak olan kent mobilyalarının tasarımına, modern çizgiler ve daha işlevsel hale getirilmesi için sakı fonksiyonu ile birlikte asimetrik detaylar eklenmiştir. Malzeme kullanımında taş ve ahşap birlikte kullanılmış olup, renk ve malzeme uyumu ile tezgah tasarlanmıştır.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Günümüzden 12000 yıl öncesinden Şanlıurfa'da Neolitik dönemle başlayan taş işçiliğinin Şanlıurfa geleneksel kent dokusunda devam etmesi kent mobilyalarında tasarım malzemesi olarak "Urfa taşı" kullanıma önerisi geliştirilmiştir. Bu çalışmada, Urfa taşının kent mobilyalarında kullanılabilirliği saptanması amacı ile kent mobilyası tasarımları yapılarak 3 boyutlu çizimleri gerçekleştirilmiş, el ve CNC ile kent mobilyalarının prototipleri hazırlanarak kullanıma sunulmuştur. Tasarımların yapılmasında kentteki Urfa taşına işlenen bezeme örnekleri esin kaynağı olmuştur. Yörede kent mobilyalarının yapımında yerel ve sürdürülebilir malzemenin kullanılmıyor olması, Şanlıurfa çevresinde Urfa taşının rezervlerinin yüksek olması, kolay bir şekilde çıkarılması ve kolaylıkla işlenebiliyor olması, bu çalışmanın önemini vurgulamaktadır. Urfa taşı, geleneksel bir malzeme olması Şanlıurfa tarihi kent dokusu içerisindeki pek çok yapının bu malzemeden yapılması ile sosyo-kültürel açıdan sürdürülebilir bir malzemedir[40]. Yerel kaynaklardan elde edilebilir, doğadan elde edilme ve üretim enerjisi ve maliyetinin düşük olması, insan sağlığına zarar vermeyen, geri dönüşebilir ve yeniden kullanılabilir olma özellikleri ile de ekolojik açıdan sürdürülebilir bir malzemedir.



a)



b)

Şekil 12. (a) Oturma bankı tamamlanmış hali (b)Süs havuzu tamamlanmış hali.
(a) The sitting bench is completed (b) The ornamental pool is completed

Urfa taş sektöründe, taş işleciliğinin yeni tasarım yoluyla modern yaşamda kullanılabilecek ürünlere dönüştürülmesi için yeni teknolojilerin kullanılması önemlidir. Çalışmada Şanlıurfa merkezde yer alan kireçtaşı ocağından temin edilen Urfa taşının kent mobilyalarında bir tasarım elemanı olarak katma değeri yüksek yeni ürün olarak kullanılabileceği rekabet gücünü artırarak sektörün gelişimine ve ülke ekonomisine katkı sağlanabileceği öngörülmektedir.

Bu çalışmada Urfa kireçtaşının kent mobilyasında uygunluğu mineralojik ve petrografik özellikler (polarize mikroskop, XRD ve SEM), kimyasal (XRF), fiziko-mekanik, tuz kristalizasyonu ve donma-çözme deneyleri yapılarak petrofiziksel özellikler ve $\Delta\%$ özellik değişimi açısından analiz edilmiştir. Bu testler, analizler ve önemli sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Sedimanter kaya örnekleri, kimyasal analize göre kireçtaşıdır. Mineralojik ve petrografik analizlere göre mikritik-mikrospartitik-spartiktir. SEM analizlerine göre mikro gözenekler 30-60 μm içerir ve gözenekler arasında temassızdır; XRD analizine göre, %55-57 mikritik kalsit, %43-44 kristalize kalsit ve %0,1-0,4 kuvars içerirler.
- Urfa kireçtaşı fiziko-mekanik özelliklerinin incelenmesinden de görüldüğü şekilde, ocaklardan kolay çıkarılması, kolay işlenebilirliği, yumuşak ve dayanıklı olması nedenleriyle tercih edilmektedir.
- Urfa kireçtaşı donma-çözülme ve tuz kristalizasyon deneylerinden sonra porozite Δ değerleri %7,56 ile 15,82 arasında, özgül ağırlığı Δ değerleri %1,63 ile %3,27 arasında, ultrasonik P dalgası hızı Δ değerleri %8,36 ile %10,53 arasında, civa intrüzyon porozimetrisi %8,97 ile %22,62 arasında ve basınç dayanımında Δ değerleri %16,14 ile %24,57 arasında tespit edilmiştir. Petrofiziksel özelliklerine göre kalsiyum karbonat kaynaklı diğer doğal taşlara göre bozulmaya karşı daha dayanıklıdır.

Urfa taşı ile kent mobilyası yapımında el işçiliğinin yanında CNC makinası ile kolay bir şekilde işlenebilmesi seri üretim ve uygulanabilme özelliğini güçlendirmektedir. Özellikle

üretilen prototip kent mobilyaları ile Şanlıurfa ve çevresinde yerel yönetimlerin özgün kent mobilyası tasarımlarında değerlendirilecek malzeme olma konusunda farkındalığının artması sağlanmıştır.

Bundan sonraki çalışmalarda; daha ileriki yıllarda Urfa taşında doğabilecek renk değişimlerine karşı koruyucu ve su itici malzemelerin kullanılmasına ilişkin çalışmaların yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGEMENT)

2018/18001 “Urfa Taşından Oluşturulan Kent Mobilyaları Kullanılarak Taş Bahçesi Oluşturulması” projesi Harran Üniversitesi BAP tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Agan C., Şanlıurfa kireçtaşlarının geleneksel bir yapı malzemesi olarak koruma ve parlatma performansı üzerine bir ön çalışma. Bull Eng Geol Environ, 75, 13–25, 2016.
2. Turgut P., Yesilnacar M.I., Bulut H., Physico-thermal and mechanical properties of Şanlıurfa limestone, Turkey. Bull Eng Geol Environ, 67, 485–490, 2008.
3. Aksu V., Kent Mobilyalarının Yer Aldıkları Mekânlara Etkileri Üzerine-Trabzon Kenti Örneği-Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1998.
4. Güner E., Kent Kimliği İlişkisi Bağlamında Kent Mobilyaları: Sultan Ahmet Meydanı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015.
5. Güremen L., Kent Kimliği ve Estetiği Yönüyle Kentel Donatı Elemanlarının Amasya Kenti Özelinde Araştırılması, Journal of New World Sciences Academy, 6 (2), 254-291, 2011.
6. Kürkcüoğlu A.C., Şanlıurfa İslam mimarisinde taş süsleme, Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, 2, 1998.

7. Sağlık A., Sağlık E., & Kelkit A., Kentsel Donatı Elemanlarının Peyzaj Mimarlığı Açısından İrdelenmesi: Çanakkale Kent Merkezi Örneği, 1. Uluslararası Kentsel Planlama-Mimarlık-Tasarım Kongresi, Kocaeli-Türkiye, 1023-1035, 2014.
8. Sarıışık G., Özkan E., Bilgisayar Kontrollü Makine (CNC) ile Mermerlerin İşlenebilirliğinde Kesme Kuvveti ve Spesifik Enerjinin Belirlenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16 (2), 420-430, 2016.
9. Topçu İ. B., İstel Ç., Kent Mobilyaları Betonlarının Özellikleri, 4. Kentsel Altyapı Ulusal Sempozyumu, Eskişehir-Türkiye, 457-464, 2005.
10. Şişman E.E. ve Yetim L., Tekirdağ Kentinde Donatı Elemanlarının Peyzaj Mimarlığı Açısından İrdelenmesi, Trakya University Science and Technology Journal, 5 (1), 43-51, 2004.
11. Seyrek H., Bir Kent Mobilyasını Biçimlendiren Faktörler, Design Journal, 2 (27), 120-123, 1992.
12. Topçu İ.B., Işıkdag B., Beton kent mobilyalarının özellikleri, Structure Journal, 318, 144, 2008.
13. Gupta N. & Bhatti V., Importance of Street Furniture in Urban Landscape, International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET), 5 (3), 2015.
14. Allahdadi M., Explaining the Criteria of Designing Urban Furniture and Landscape, with a Cultural-social Design Approach. Journal of History Culture and Art Research, 6 (4), 165-175, 2017.
15. Ertaş, D. G., & Bayazit, N., Strüktür ve Malzeme Özelliklerinin Endüstriyel Ürün Tasarımına Etkisi, 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, TMMOB Mimarlar Odası Organizasyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul-Türkiye, 2004.
16. Yang Y., Penghu W., Liming L., & Ziyin X., Existing Problems and Countermeasures of Furniture Design, J Forest Engineering, 3, 2011.
17. Sarıışık G. ve Özkan E., Mermerlerin CNC Makinesi ile İşlenmesinde Kesme Kuvvetleri ve Spesifik Kesme Enerjisinin İstatistiksel Analizi, Journal of Science and Engineering, 19 (55), 2017.
18. Sarıışık G., Research on engineering properties of heat-treated volcanic rocks, Arabian Journal of Geosciences, 14 (1), 1-14, 2021.
19. Sarıışık A., Sarıışık G., Investigation of engineering characteristics of Mardin Stone used in eco-building, Cogent Engineering, 3, 1-13, 2016.
20. Korkanç M., Characterization of building stones from the ancient Tyana aqueducts, Central Anatolia, Turkey: implications on the factors of deterioration processes, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 77, 237-252, 2018.
21. Relea E., Weiss L., Wegener K., Experimental study on the geometrical and dimensional stability of natural stone sorts for precision machinery, Procedia CIRP, 80, 89-94, 2019.
22. Sirdesai N.N., Mahanta B., Ranjith P.G., Singh T.N., Effects of thermal treatment on physico-morphological properties of Indian fine-grained sandstone, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 78, 883-897, 2019.
23. Park J., Hyun C.U., Park H.D., Changes in microstructure and physical properties of rocks caused by artificial freeze-thaw action, Bull Eng Geol Environ, 74, 555-565, 2015.
24. Gökçe M.V., İnce İ., Fener M., Taşkıran T., Kayabali K., The effects of freeze-thaw (F-T) cycles on the Gödene travertine used in historical structures in Konya (Turkey), Cold Reg Sci Technol, 127, 65-75, 2016.
25. Tel H.Ö., & Sarıışık G., Research on some effective properties in nomination of Urfa Limestone to the "Global Heritage Stone Resource" designation, Arabian Journal of Geosciences, 13 (18), 1-15, 2020.
26. Sarıışık G., Investigation of the effect of the environmental interaction characteristics of volcanic rocks on several properties before and after heating processing, Fresenius Environ Bull, 29, 7367-7378, 2020.
27. Sarıışık G., Sarıışık A., Senturk A., Andezit Artıklarının Yeni Ürün Tasarımıyla Çevredeki Toplu Kullanım Mekânları ve Kent Mobilyalarında Değerlendirilmesi, 4. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, İzmir-Türkiye, 249-260, 2-3 Haziran, 2011.
28. Sanchez-Roldan Z., Martin-Morales M., Valverde-Espinosa I., & Zamorano M., Technical feasibility of using recycled aggregates to produce eco-friendly urban furniture, Construction and Building Materials, 250, 118890, 2020.
29. Faneca Llesera G., Ikumi Montserrat T., Torrents Dolz J. M., Aguado de Cea, A., & Segura Pérez, I., Conductive concrete made from recycled carbon fibres for self-heating and de-icing applications in urban furniture, Materiales de construcción (Madrid), 70 (339), e223-1, 2020.
30. Liu X., & Zhang Z. F., Study on the design of outdoor furniture made of recombinant bamboo, In Applied Mechanics and Materials, Trans Tech Publications Ltd, Switzerland, 397, 907-910, 2013.
31. Güner Elif., Kent kimliği ilişkisi bağlamında kent mobilyaları: Sultan Ahmet Meydanı örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
32. Sağlık A., Sağlık E., Kelkit A., Kentsel Donatı Elemanlarının Peyzaj Mimarlığı Açısından İrdelenmesi: Çanakkale Kent Merkezi Örneği, 1. Uluslararası Kentsel Planlama-Mimarlık-Tasarım Kongresi, Kocaeli, Türkiye, 1023-1035, 8-11 Mayıs, 2014.
33. Ghorab, P., Kent Mobilyalarının Temel Tasarım İlkelerine Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2015.
34. Çoban, E., Demir, Z., Kent mobilyalarının buldukları mekânlara etkileri: Düzce örneği, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2 (1), 128-140, 2014.
35. Bayraktar A.N., Tekel A., Yalçın Ercoşkun Ö., An Evaluation and Classification of Urban Furniture on Ankara Atatürk Boulevard and Relation with Urban

- Identity, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 23 (1), 105-118, 2008.
36. Yücel G.F., Kamusal açık mekânlarda donatı elemanlarının kullanımı, Ege Mimarlık, 4, 26-29, 2006.
 37. Sarıışık A., Sarıışık G., Senturk A., Characterization of physical and mechanical properties of natural stones affected by ground water under different ambient conditions, Ekoloji, 19 (77), 88-96, 2010.
 38. Sarıışık G., Investigation of the effect of the environmental interaction characteristics of volcanic rocks on several properties before and after heating processing, Fresenius Environ Bull, 29, 7367-7378, 2020.
 39. Sarıışık G., Özkan E., Effects of natural rock properties on cutting forces, specific energy and specific cutting energy by four-axis machine, Arabian Journal of Geosciences, 11 (5), 84, 2018.
 40. Turgut P., Yeşilnacar, M., & Bulut, H., Yapı Malzemesi Olarak Urfa Taşının Mekanik, Fiziksel ve Teknolojik Özelliklerinin Tespiti, Şanlıurfa, TÜBİTAK. 2006.

