



Serbest Kum Madenciliği

Dünya genelinde en çok tüketilen doğal malzemenin birincisi su, ikincisi ise kumdur. Kum, "21. yüzyılın en önemli, ancak bununla birlikte önemi en az vurgulanan hammaddelerinden biridir.

Hilal Okur

Gebze Teknik Üniversitesi,
Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü
hilalokur@gtu.edu.tr

Giriş

Akarsular, tatlı su taşıyıcı ve karaların en önemli şekillendiricisidir. İnsanlar varoluşlarından bu yana akarsuların yakınında olmuşlardır çünkü akarsular yaşam pratiklerinin en önemli destekçisi olmuştur. Akarsular, doğdukları noktadan denize döküldükleri yere kadar geçirdikleri yolculuk boyunca farklılaşan kanal geometrisi, jeoloji, iklim şartları ve enerji değişimlerine bağlı olarak aşındırma ve biriktirme yaparlar. Örneğin nehirlerin dağlık alanlarda doğduklarını bölgelerde ana kaya içerisinde yüksek kanal eğimi ve yüksek debi değerleriyle yol aldığını söyleyebilirken, nehrin daha aşağı kotlarında düşük kanal eğimi ve düşük debi ile birlikte aktığını söyleyebiliriz. Nehir, kanal eğimi düştükçe kendi çökellerinden oluşturduğu taşkın ovası dediğimiz düşük eğimli düzlükte akar. Nehirler taşkın ovası adı verilen bu düzlüğü, belki binlerce yılda kendi taşkınlarıyla veya kanal göçleriyle oluşturmuş olur.

Akarsular ve onların taşkın ovaları günümüzde pek çok şekilde insanlığa faaliyet ve yaşam alanı sunmaktadır. Hızla büyüyen şehirler ve yaygınlaşan tarımsal faaliyetlerin enerji ve sulama ihtiyacı; akarsuların akış rejimini, barajlar ve çeşitli türlerde hidroelektrik enerji santralleriyle (HES) kontrol altına alarak değerlendirilmiştir.

ılmaktadır. Bunların yanı sıra çoğunlukla gözardı edilen serbest kum madenciliği faaliyetleri, dünya ve Anadolu nehirlerinin üzerindeki en belirgin doğrudan insan kaynaklı streslerden birisini oluşturmaktadır [1].

Çakıl ve kum, binlerce yıl süren aşınma- taşınma süreçleri ile oluşan, inorganik ve endüstriyel ham maddelerdir. Kum- çakıl-mıcır, inşaat ve yapı sektöründe agrega olarak adlandırılır. Kırma ve doğal olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu malzemeler başta boyut ve hacim olmak üzere çeşitli sınıflandırmalarla birbirlerinden ayrılırlar. Kökenleri, üretim şekilleri ve tane büyüklüklerine bağlı olarak, ülkeler ve bölgeler arasında önemli standart ayrılıkları ve isimlendirme farklılıkları mevcuttur. Kum, en geniş haliyle yapı malzemesi ve endüstri için kullanılmak üzere ikiye ayrılabilir [1].

Serbest Kum Madenciliği olarak tanımlanan madencilik faaliyetleri; serbest halde bulunan nehir kumlarının nehir kenarı, taşkın ovası ve nehir kanalından direkt elde edilen kum olarak tanımlanabilir. Taş ocaklarından, deniz tabanı veya kıyısından elde edilen agrega malzemesi kırma, yıkama gibi ek faaliyetleri gerektirdiğinden daha maliyetli bulunur.

Dünya genelinde en çok tüketilen doğal malzemenin birincisi su, ikincisi ise kumdur [2]. Kum, “21. yüzyılın en önemli, ancak bununla birlikte önemi en az vurgulanan hammaddelerinden biri” olarak kabul edilir [3]. Kumun yüzlerce endüstriyel kullanımı [4], ve işletilme faaliyetleri, Dünya’daki tüm inorganik maden faaliyetlerinin yaklaşık % 85’ini kapsadığı tahmin edilmektedir [5]. Özellikle şehirlere yakın yerlerde yer alan nehir ve taşkın düzlükleri, taşıma maliyetlerinin düşük olması sebebiyle kum ve çakıl madenciliği için ekonomik olarak önemli alanlardır. Akarsu çökellerinin madenciliği özellikle sektör için ideal malzemeyi sunar çünkü nehir sistemi kendi hidrolik enerjisiyle büyük kayaları parçalayarak çakıl ve kum haline getirir. Akarsu taşkın ovalarının işletilmesi, taş ocaklarından üretime kıyasla, öğütme ve boylama gibi ek maliyetli adımlara gerek duymadan serbest kuma ulaşmayı mümkün kılar [6, 7, 8].

Serbest kum yeryüzünde son derece kısıtlı kaynak alanlarında depolanmaktadır. Günümüzde ise bu kaynaklar, doğal olarak yenilenmesinden daha yüksek oranlarda işletilmektedir. Doğal ola-

rak zamanla kum çok daha az bulunur hale gelecektir [9]. Bu nedenle, kum, yenilenebilir olmayan bir hammadde olarak kabul edilir [10]. Kum madenciliğinin birçok şekilde nehir ekosistemini olumsuz ve geri dönüşü olmayan şekillerde değiştirdiği bilinmektedir (Tablo 1), bunlar arasında taşkın ovalarının yok edilmesi [11] (Şekil 1, 2) nehir kanal içi işletmesi, yapay çökel kapanlarının kurulması (Şekil 1, 2) gibi bir çok faaliyet yer alır [12]. Bu yoğun işletme yaklaşımı ve binlerce yıldır insanlar tarafından kullanım sonucu, nehir taşkın ovası ortamları artık dünyanın en kırılgan ekosistemlerinden biri olarak kabul edilmektedir [13].

Tablo 1. Kum madenciliğinin etkileri. Bu alanlar bugün çağın en tartışmalı ve en hızlı büyüyen madencilik sektörlerinden biri olan kum madenciliği ile tehdit altında.¹

Kum Madenciliğinin Etkileri	Açıklamalar
Nehir Kanalı ve Leve	Kazılma, duraysızlık, daralma/genişleme [14] derin çukurlar, eğim kırılma noktalarının (nick points) nehir yukarı göçü [8, 15].
Çökel	Yatak yükü çökellerinin kabalaşması, yatak ve asıl çökel yükünün artması, sıçrayan yükün azalması [7, 16].
Su Miktarı	Akışın kontrol edilmesi, yeraltı su tablasının derinleşmesi [17] kuraklığın sıklık ve şiddetinin artması [18].
Su Kalitesi	Türbülan akışın ve kirliliğin artması, pH değerlerinde artış [19].
Biyçeşitlilik	İlişkili ekosistemlere etkisi, sucul ve riparian (ırmak kıyası) habitatın tahribatı, orman örtüsünün artması/azalması [7, 8]. Makro omurgasız ve balık popülasyonlarında nüfus ve çeşitliliğin azalması, istilacı türlerin artması [7]. Göçmen kuşların doğal habitatlarının tahribi [20].
İklim	Doğrudan: Bölgede işletim ve transfer sırasında yüksek yakıt kullanımı ve ilişkili emisyon artışı; Dolaylı: Çimento/beton imalatının artışı ile ilişkili emisyon [12].
Arazi Değişimi	Çökel kapanları ve kum üretimi nehirlerin kıyı alanlarına çökel getirimini doğrudan etkiler ve depolanmalı/aşınmalı kıyılarda kıyı gerilemesine yol açar [8].
Tarım	Verimli topraklar ve tarım arazileri ortadan kaldırılır; tarımı ve gıda yollarını etkiler [21].
Ekstrem Olaylar	Doğal yapının bozulması nehir kanalları ve çevresinde taşkın, kuraklık olaylarına karşı korunmasını düşürür, taşkın frekansı ve etkisini artırır [22].
Kentsel Altyapı	Kanal boyunca leve erozyonu sonucu köprü, istinat duvarı ve su şebekesine ait yapıları doğrudan etkiler [18].



Şekil 1. Sakarya Nehri serbest kum işletmelerine örnek bir alanın havadan görünümü. Nehir kanalının değiştirildiği, genişletildiği ve taşkın ovasının üzerinin çıkarılan malzemelerden oluşturulan kum-çakıl tepeleri ile örtüldüğü görülmektedir.

Kum madenciliği küresel olarak artmasına rağmen, jeomorfolojik, çevresel ve sosyal etkileri yeterli derecede belgelenememektedir [23, 24]. Kum çıkarma, kullanımı ve ticareti, özellikle düşük-orta gelir düzeyine ve gelişmekte olan ülkelere özgü madencilik uygulamaları arasında kontrolün en az olduğu sektör olarak tanımlanır [4]. Dünya genelinde toplam kum üretiminin miktarı ve çevresel etkileri net olarak bilinmemekle birlikte, ancak beton üretimi ve tüketimi gibi antropojenik malzeme üretimi/tüketimi verilerinden yola çıkarak yalnızca tahmin edilebilmektedir [1]. Küresel olarak bu denli kullanım alanı olan ve ne kadar kullanıldığı bilinmeyen başka bir maden daha yoktur [4]. Kum ve çakıl madenciliği saptanamayan ölçütlerde olunca, artan insan nüfusu, kentleşme ve refah seviyesi ile doğru orantılı artarak, riskleri ve biyolojik tehditleri de o oranda artırmaktadır [23].

Dünya Serbest Kum Üretimi Verileri ile Türkiye'nin Genel Yaklaşımı ve Durumu

2015-2019 yılları arasındaki 5 yıllık ortalamalara göre Çin dünya genelinde en fazla çimento üreten ülke konumundadır ve yılda tahmini olarak 2.4 milyar ton üretim gerçekleştirmiştir, onu Hindistan (270 milyon ton (MT)), ABD (86.3 MT), Vietnam (79 MT), Türkiye (71.6 MT) takip etmektedir [25, 26].

Çimento üretimi 2012 yılında 150 ülke tarafından verilen raporlarla, yıllık toplam 3.7 milyar ton olarak hesaplanmıştır [27]. Bu rakam 2019 yılı itibarıyla yılda 4.1 milyar tona yükselmiştir [28]. Her ton çimentonun, beton üretimi için yaklaşık altı ile yedi katı kadar kum ve çakıl ihtiyacı vardır [29]. Bu nedenle, dünyanın beton için agrega kullanımı, yalnızca 2012 için yılda 25.9 milyar ila 29.6 milyar ton olarak tahmin edilebilir

[27]. Kıyı düzenlemeleri, arazi ıslahı, yol setleri gibi çimento kullanılmayan yoğun kullanım alanlarında ise, miktarla alakalı bir tahmin yürütmek mümkün olmamaktadır.

Tüm bu tahminleri dikkate alarak, dünya çapında toplam tüketim için iyimser bir tahmin ile kum ve çakıl kullanımının yılda 40 milyar tonu aştığı gözlenebilir. Bu, dünyanın tüm nehirleri tarafından taşınan yıllık çökel miktarının iki katıdır [16].

Türkiye’de uluslararası düzeyde geçerli olan probleme paralel olarak, kum madenciliğinin ulusal düzeydeki yıllık kullanım miktarları direkt olarak tespit edilememektedir. Bu bilinmezliğin en önemli nedenlerinden biri, bu madencilik türüne yönelik yönetmelik karmaşasıdır, 2004 yılına kadar sektörün iki ayrı mevzuata bağlı hükümler ile çalışması ve sektörün büyük bir bölümünün yıllık faaliyetlerine ilişkin bir beyanda bulunmamasıdır. 2004 yılı itibari ile agrega üretimi maden kanunu kapsamına alınmıştır. Ancak bu durum da ülkemizde agrega madenciliği verilerinin tespiti için yeterli olmamıştır.

Kum madenciliği, yasal çerçeveye göre I (A) grubu kapsamındaki; inşaat ile yol yapımında kullanılan ve tabiatta doğal olarak bulunan kum ve çakıl olarak tarif edilmektedir. Bu madenlerin doğadaki fonksiyonlarına, yoğun işletmeler sonucu karşılaşılabilecek çevresel veya sosyal herhangi bir probleme değinilmemektedir. Tespiti zorlaştıran bir diğer etken ise; bu madencilik türünde ruhsatlı kum ocaklarının sayısından çok daha fazlası kaçak işletmelerdir. Ülkemizde agrega sektörünü tanımlayacak bir envanter çalışması bugüne kadar bu sebeplerle maalesef ki yapılamamıştır. Dolayısıyla sektörün teknik verileri toplanarak içinde bulunulan durum tespiti yapılamamıştır.

Bu madencilik türüyle alakalı ulaşılabilen veriler bazı yıllarda mevcuttur. Bunlardan ilki, Türkiye İstatistik Kurumu’nun (TÜİK) verilerine dayanır. Bu verilere göre, Türkiye’de maden gruplarında en büyük payı % 45 ile kum çakıl sektörü oluşturmaktadır. Bu payda en büyük söz sahibi olan il ise yaklaşık % 18’lik bir dilimle Sakarya’dır [30]. Türkiye’deki kum ve çakıl madenciliğine yönelik sınırlı veriler, 2000 yılı için mevcut olarak, 90 milyon ton kum ve çakıl; 30 milyon ton kırma taş + mıcır üretildiği yönündedir. 90 milyon ton

kara taş ocaklarını da içine alan, yalnızca serbest kum, ya da tatlı su madenciliği kavramlarını sınırlayan bir veri değildir. Sakarya’da serbest kum üretimine, üretim miktarı hesaplanmasına, çevresel ve sosyal etkilerine odaklanmış Türkiye’den tek bir çalışma mevcuttur ve aşağıdaki bölümde ayrıntıları bahsedilmiştir [1].

Türkiye inşaat sektörünü gelişiminde öncü kuvvet olarak kullanan ülkelerden biridir. Bu da çimento üretimi yoluyla da olsa hesaplanan dünyanın beşinci büyük çimento, dolayısıyla agrega üreticisi olmasını açıklar durumdadır. Dünya’da yapılan yüzlerce çalışmanın ardından, inşaat sektörünün agreganın en büyük kullanıcısı olduğu tespit edilmiştir. Türkiye’nin bina stoğu 2012, TÜİK verilerine göre 20 milyon olarak açıklanmıştır, bu stok içerisindeki 5 milyon bina 1999 depremi sonrasında yapılmış binalardır. Deprem bina stoğunun yenilenmesini hem zorunlu kılmış hem de eski binaların yenilenmesi gerekliliğini gözler önüne sermiş on binlerce insanın ölümüne sebep olmuş bir doğal afettir [1].

Türkiye’nin kentleşme ile birebir ilişkili 4 ayrı inşaat fazı söz konusudur. ‘Cumhuriyetin Kuruluşu Sonrası, Yavaş Kentleşme, 1923-1950’ (1), ‘Göç sonrası, Hızlı ve Plansız Kentleşme, 1950-1980’ (2), ‘Liberalleşme sonrası, Parçalı Kentleşme, 1980-2000’ (3) ve ‘Deprem sonrası, Kentsel Dönüşüm, 2000 sonrası’ (4). Türkiye’nin inşaat atılımları denklemi 1980 sonrasındaki; 1981 ve 1984 toplu konut kanunu, 1984 imar affı kanunu, 1985 imar kanunu gibi çeşitli şekillerde kurulmuştur. 1980 sonrası devlet politikası kentlerin çekiciliğini artırma yönünde olmuştur. Benzer politika 2000 sonrasında da devam etmiştir. Büyük ölçekli gayrimenkul yatırım projeleri, toplu konut projeleri yapılmıştır. 2000 sonrası konut üretimi ve sektörde yer alan aktörler ölçek değiştirmiş, her bir aktör kendi işlem mekanizması içerisinde büyümüştür. Konutun anlamı barınılacak, içinde yaşanılacak bir ev olma özelliğinden, her an paraya dönüşebilecek mülk anlamına gelmeye başlamıştır [31]. Bu durum kullanımda bir işlevi olmayan aşırı bina tasarımlarını beraberinde getirmektedir. Kum ve çakıl madenciliği sektörü yukarıda bahsedilen günden güne büyüyen inşaat sektörü aktörlerinden biridir.

Avrupa ülkeleri, kalkınma ve altyapı inşaatına



Şekil 2. Sakarya Nehir Kanalı ve serbest kuma sahip tüm nehir basamaklarının işletilmesine ait fotoğraf. Her büyük kum ocağının yakınında mutlaka eleme sistemleri kuruluyor ve hemen o bölgede temel bir tane boyu ayırıştırması ile nehir kenarına istifleniyor. Tarım arazileri ile kum ocakları oldukça dar ve yoğun bir sınırı paylaştığı ve kanal içerisindeki işletmenin son 20 yılda tüm güncel taşkın ovasını yok ettiği görülüyor. Güncel nehir kanalı yapay levelerle düzenlenmiş durumdadır.

yanıt olarak benzer endüstriyel gelişim süreçleri yaşamıştır. Bazı ülkeler kum ve çakıl madenciliğinin zararlı etkilerini 1950'lerden itibaren fark etmiştir. Bu konuda dikkat çeken bir örnek, büyük ölçekli madenciliğin İtalya'nın kuzeyindeki geniş otoyol ağı için gerekli ham maddeyi sağladığıdır [32]. Fransa'da, çakıl ve kum madenciliğinin etkileri 1970'lerin sonlarında zararlı olarak görülmüş, ardından 1980'lerde sürdürülemez olarak kabul edilmiş ve kanal içi madencilik 1990'ların başlarında yasaklanmıştır [32].

Sakarya Nehri Kum Ocaklarından Örnekler, Uygulama Esasları

Türkiye'nin agrega üretiminin neredeyse beşte birini karşılayan il Sakarya'dır. Bunun sebepleri;

- Sakarya Nehri taşkın ovası çökelleri serbest kum rezervi oluşturur. Adapazarı Ovası'nın güneyinden başlayan yoğun kum ocağı işletmeleri, Sakarya şehir yerleşimine kadar devam eder.
- İstanbul'a ve ana yollara yakınlığı ile ulaşımı oldukça kolaydır.
- Deprem sonrası hem Sakarya hem de Düzce, Yalova gibi illerdeki konut ihtiyacına yönelik yoğun kum ihtiyacı söz konusu olmuştur.
- Sakarya İli'nin büyümesi, göç alan bir şehir olması sebepleri ile artan konut ihtiyacı şeklinde özetlenebilir [1].

Sakarya'da en yoğun kum işletmesi yapılan

bölge Adapazarı Ovası'nın güneyinde kalan 20 km uzunluğunda bir alanda gerçekleşmiştir. İşletmeler bugün bölgede aktif işletme yapmıyorlar çünkü son 40 yıldır mevcut bulunan bütün kumu farklı tekniklerle işletmiş durumdadır. Sakarya Nehri ve doğal ekosistemi, bu bölgede geri dönüşü çok zor şekilde tahrip edilmiştir (Şekil 2). Tanımlanan bölgede bulunan tarım arazilerinin % 35'i (174 hektar alan) tamamen ortadan kaldırılmıştır. Nehirde ve taşkın ovasında doğal kalmış hiçbir alan bulunmamaktadır ve nehir kanalı kum işletmelerinin ihtiyacı doğrultusunda genişletilmiş ya da daraltılmıştır ki bunun asıl sebebi nehir kanalını işletmek içindir (Şekil 3). Sakarya Nehri bölgede aynı zamanda Hidroelektrik Enerji Santralleri (HES) ile de değiştirilmiştir. HES inşası sırasında nehir kanalı, kendi taşkın yatağı yüzeyine ve doğal kanalın altına doğru yaklaşık 10 m derine gömülmüştür. Bu durum bölgede iki olumsuz etkiye neden olmuştur. İlk olarak, su tablası önemli ölçüde düşmüş tarım arazilerinin kısmen terk edilmesine neden olmuştur. İkinci olarak, taşkın yatağı sedimanlarının yapay olarak açığa çıkarılması, daha yıkıcı madencilik uygulamalarını yoğunlaştırarak şiddetli erozyona neden olmuştur. Madencilik faaliyetleri kalıcı yapay göller oluşturmuştur ve bu göllerde 20 yıl boyunca yeni bir ekosistem gelişmiştir. Ancak bölge ko-

runmamaktadır ve muhtemelen gelecekte tekrar madencilığe maruz kalacaktır (Şekil 2). Bölgede 1980 yılından bu yana 970 hektar alan tahrip edilmiş ve yaklaşık 80 milyon ton serbest kum çıkarılmıştır (Şekil 3) [1]. Bölgedeki kum madenciliği önemli ölçüde arazi kaybına, toprak erozyonuna ve su tablasının değişmesine neden olmuş, tarım arazilerini ekime elverişsiz hale getirmiş ve hatta köyleri destekleyen tarım arazilerinin çoğunu yok ederek binlerce yıldır uygulanan geleneksel tarımı ortadan kaldırmıştır. Ayrıca madencilik faaliyetleri sürekli gürültüye, ağır araç trafiğine ve kirliliğe neden olmaktadır. Sakarya Nehri çevresinden kum çıkarılması, Karadeniz'deki deltasına çökel taşınmasını önemli ölçüde azaltmıştır; nehrin kıyıya ulaştırması gereken çökeller kum ocaklarınınca kapanlardan işletildiği için (Şekil 3) kıyı çökel beslenmesini azaltmıştır ve bölgesel olarak kıyı erozyonunu hızlandırmıştır. Sakarya Nehri'ndeki uygulama ve sonuçlar; (1) nehir ortamını tahrip eden insan faaliyetlerinin daha iyi denetlenmesi ve (2) kum madenciliğinin uzun vadeli çevresel ve sosyal etkilerine ilişkin düzenlemelere duyulan ihtiyacı göstermektedir [1].

Çevremizin Geleceği ve Sürdürülebilirlik için Düzenlemeler

Nehirlerden kum işletmesi yapmanın belki de en



Şekil 3. Fotoğraf, kum madenciliği işletmeleri sonucu oluşturulan çakıl ve blok yığma tepeleri (yt), kumu kapatarak (kk) nehrin aktif olarak taşıdığı çökelin biriktiği ve ardından bu alanların işletilmesini göstermektedir [1].

önemli, onu farklı maden işletmelerinden ayıran özelliği; yaşayan bir ekosistemi, hala taşınmakta olan suyu, çökeli hapsedmesi ve işletmesidir. Bu yalnızca işletme yapılan alanı değil nehrin hem aşağı hem de yukarı havzasında pek çok değişikliğe sebep olur.

Serbest kum, çıkarılması ucuz, işlenmesi basit ancak taşınması pahalı bir malzemedir. Bu durum kum madenciliği alanlarının genellikle kumun gerektiği yerlere yakın olmasını açıklar. Aynı zamanda, tedariğin yerel oluşunun ve kum için tek bir küresel pazarın olmamasının nedenidir. Şu anda, Orta Doğu'da -özellikle Türkiye, İran ve Mısır- yanı sıra Hindistan, Malezya ve Endonezya'da kum üretiminde liderlik yapan ülkelerin sayısı artmaktadır. Bileşmiş Milletler, kum için yıllık bir pazar ihtiyacının 50 milyar ton olduğunu, bu da kişi başına günlük ortalama 18 kg kuma ihtiyaç duyulduğunu duyurmaktadır [26]. Kum ihtiyacı trendinin durma belirtisi göstermediği görülmektedir. Serbest kum madenciliğini denetlemek ve takip etmek için uygun çevresel prosedürlerin ve bilimsel metodolojinin eksikliği, plansız uygulamalara neden olmuş [18]; bazı durumlarda ise, zayıf yönetim ve yolsuzluklar geniş çapta yasa dışı madenciliğe yol açmıştır [19].

Nehir ve taşkın ovası ortamları sadece serbest kumun bir kaynağı değildir. Dünya genelindeki bu flüviyal ortamlar birçok önemli fonksiyonu sürdürmeye devam eder ve belki en önemlisi tarımsal üretimi sürdürmek için kritiktir [21]. Bu nedenle serbest kum madenciliğinin nasıl daha iyi düzenlenebileceğini, «ekstrem serbest kum madenciliği»nden kaçınmak ve çevre üzerinde geri dönüşü olmayan zararlı etkileri önlemek önemlidir. Bu alanların doğal jeomorfolojisi karmaşıktır ve nehir akışı, nehir eğimi, çökel kaynağı ve tane boyutu arasında dinamik bir dengeyi yansıtır. Artık insan etkisinin doğal çevreyi ne ölçüde ve nasıl değiştirdiğinin çok önemli bir bileşen olduğu bir döneme girdik. Ekstrem serbest kum madenciliği doğal çevresel dengeyi çok ciddi miktarlarda bozar ve doğal jeomorfolojik ve ekolojik sistemleri önemli ölçüde sarsar.

Katkı Belirtme

Metni okuyup bana destek veren Doç. Dr.

Mehmet Korhan Erturaç'a ve Prof. Dr. Raif Kandemir'e teşekkür ederim.

Kaynakça

- [1] Okur, H., Erturaç, M. K., Nicoll, K. Geomorphic changes and socio-environmental impacts of recent sand mining in the Sakarya River, NW Turkey. *The Anthropocene Review*, DOI: 10.1177/20530196231218480, 2023.
- [2] Courland, R. *Concrete Planet: The Strange and Fascinating Story of the World's Most Common Man-Made Material*. Amherst, NY: Prometheus Books, p.396, 2011
- [3] Beiser, V. *The World in a Grain: The Story of Sand and How It Transformed Civilization*. New York, NY: Riverhead Books, 2018.
- [4] Torres, A., Brandt, J., Lear, K. et al. A looming tragedy of the sand commons. *Science* 357(6355): 970-971, 2017.
- [5] United Nations Environmental Program (UNEP) Sand, rarer than one thinks. UNEP Global Environment Alert Service (GEAS), 2014. Available at: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8665>. Erişim tarihi: 11 Aralık 2023.
- [6] Koehnken, L. *Impacts of Sand Mining on Ecosystem Structure, Process & Biodiversity in Rivers*. Gland: World Wildlife Fund. 2018.
- [7] Koehnken, L., Rintoul, M. S., Goichot, M. et al. Impacts of riverine sand mining on freshwater ecosystems: A review of the scientific evidence and guidance for future research. *River Research and Applications* 36(3): 362-370, 2020.
- [8] Kondolf, G. M. PROFILE: Hungry water: Effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management* 21(4): 533-551, 1997.
- [9] Filho, W., Hunt, J., Lingos, A. et al. The unsustainable use of sand: Reporting on a global problem. *Sustainability* 13(6): 3356, 2021.
- [10] Harvey, P. Cementing relations. *Social Analysis* 54(2): 28-46, 2010.
- [11] Mossa, J., McLean, M. Channel planform and land cover changes on a mined river floodplain. *Applied Geography* 17(1): 43-54, 1997.
- [12] Peduzzi, P. Sand, rarer than one thinks. Article reproduced from United Nations Environment Programme (UNEP) Global Environmental Alert Service (GEAS). *Environmental Development* 11: 208-218, 2014.
- [13] Winarso, G., Budhiman, S. The potential application of remote sensing data for coastal study. In: *Proc. 22nd. Asian Conference on Remote Sensing*, Singapore, pp. 1-5, 2001.
- [14] Surian, N., Rinaldi, M. Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. *Geomorphology* 50(4): 307-326, 2003.
- [15] Isik, S., Dogan, E., Kalin, L., et al. Effects of anthropogenic activities on the Lower Sakarya River. *CATENA* 75(2): 172-181, 2005.
- [16] Syvitski, J., Ángel, J. R., Saito, Y., et al. Earth's sediment cycle during the anthropocene. *Nature Reviews Earth and Environment* 3(3): 179-196, 2022.
- [17] Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C.G., et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403(6772): 853-858.4, 2000.
- [18] John, E. The impacts of sand mining in Kallada River (Pathanapuram Taluk), Kerala. *Journal of Basic and Applied Biology* 3: 108-113, 2009.
- [19] Saviour, N. Environmental impact of soil and sand mining. *International Journal of Environmental Science and Technology* 1(3): 125-134, 2012.
- [20] Lai, X., Shankman, D., Huber, C., et al. Sand mining and increasing Poyang Lake's discharge ability: A reassessment of causes for lake decline in China. *Journal of Hydrology* 519(B): 1698-1706, 2014.
- [21] Allan, J.D., Castillo, M.M. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*, 2nd edition. New York: Chapman and Hall. DOI: 10.1007/978-1-4020-5583-6, 2007.
- [22] Sreebha, S., Padmalal, D. Environmental impact assessment of sand mining from the small catchment rivers in the southwestern coast of India: A case study. *Environmental Management* 47(1): 130-140,

2011.

- [23] Sutherland, W.J., Barnard, P., Broad, S., et al. A 2017 horizon scan of emerging issues for global conservation and biological diversity. *Trends in Ecology & Evolution* 32(1): 31–40, 2017.
- [24] Krausmann, F., Gingrich, S., Eisenmenger, N., et al. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics* 68(10): 2696–2705, 2009.
- [25] USGS. Mineral commodity summaries. Reston: U.S. Geological Survey 200. <https://doi.org/10.3133/70194932>, 2018. Erişim tarihi: 11 Aralık 2023. [26] United Nations Environmental Program (UNEP). Sand and Sustainability: Finding New Solutions for Environmental Governance of Global Sand Resources. Geneva: GRID- Geneva, United Nations Environment Programme, 2019.
- [27] USGS. Cement, Statistics and Information. Reston: U.S. Geological Survey, 2013a.
- [28] USGS. Mineral commodity summaries. Reston: U.S. Geological Survey 200. <https://doi.org/10.3133/mcs2020>, 2020. Erişim tarihi: 11 Aralık 2023.
- [29] USGS. Sand and gravel (construction) statistics. In: Kelly TD and Matos GR (eds) *Historical Statistics for Mineral and Material Commodities in the United States*. Reston: U.S. Geological Survey Data Series 140, 2013b.
- [30] Alp, S. Sand, clay and quarries industry report. İstanbul Chamber of Commerce, 2004.
- [31] Koca, D. Türkiye’de Çağdaş Konut Üretiminin Yeniden Okunması. *Tasarım + Kuram* 11(19): 19–19, 2016.
- [32] Bravard, J.P., Goichot, M., Gaillet, S. Geography of sand and gravel mining in the lower Mekong River. *EchoGéo* 26: 0–20, 2013.