

ÇAĞDAŞ BİR YAPI MALZEMESİ OLARAK TOPRAK

Burhan Çiçek , Y. Mimar
İTÜ Vakfı Toprak Yapılar Çalışma Grubu



Görüntü-01 Çatlamış toprak

“Çağdaş Bir Yapı Malzemesi Olarak Toprak”

Selçuk Üniversitesi Mimarlık Fakültesi-Konya “Sürdürülebilir Mimari Tasarımda Kerpiç Malzeme Kullanımı” Paneli 16-18 Mayıs



Görüntü-02 Çatlamış toprak

İÇİNDEKİLER

Giriş

1. Toprak

1.1 Toprağın Bileşenleri

1.2 Toprağın Dokusu ve Yapısı

2. Yapı Malzemesi olarak Toprak

2.1 Duvar Yapımında Kullanılan Toprak

2.2 Döşeme Oluşumlarında Kullanılan Topraklar

2.3 Çatı (Dam) oluşumlarında Kullanılan Topraklar

2.4 Duvar Konstrüksiyonlarında Dolgu Malzemesi Olarak Toprak Kullanımı

2.5 Sabit donatı Üretiminde Toprak Kullanımı

2.6 Dekoratif ve ince işlere yönelik hazır malzeme üretimleri

3. İyileştirme ve Stabilizasyon

4. Alker

5. Sonuç

6. Kaynakça

GİRİŞ

Dünyanın farklı yörelerinde ortaya çıkıp gelişmiş, çok sayıda farklı yapı kültürlerinde kullanılan en eski ve yaygın yapı malzemelerinden biri de topraktır. İklimsel koşullara ve kullanım alanına göre farklı biçimlerde kullanılabilen ve en kolay temin edilebilen malzemelerden biri olan toprağın yapı alanında son derece daraltılmış olan kullanımını arttırabilmek onu her zamankiden daha yakından tanımakla mümkün olacaktır.

1. TOPRAK



Görüntü-03 Yüksek Oranda Kil içeren toprak hamuru



Görüntü-04 Organik malzemelerce zengin toprak



Görüntü-05 Hava, su ve canlı yaşamı barındıran toprak

Toprak, plastisitesi nedeniyle kullanılmaya başlanmış ilk yapı malzemelerinden biridir. Temin sorununun bulunmaması, kolay şekillendirilebilmesi, taş ve ahşap kullanımına göre görece daha zahmetsiz olması insanlık tarihi boyunca sıkça kullanılan bir ana yapı malzemesi olmasını sağlamıştır.

Yapı bilimi açısından toprağı şöyle tanımlamak mümkündür:

“Toprak, dünya kabuğunun en üst ve gevşek katmanıdır. Çok uzun sürelerde, birbirini izleyen jeolojik dönemlerde kayaların doğal tektonik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilerle parçalanması sonucunda oluşmuştur” Bununla beraber, “ Toprağın herkesçe kabullenilen, benimsenen bilimsel bir tanımı yapılamamıştır. “

“Toprağı oluşturan öğelerin özellikleri, bünyedeki tanelerin, katı maddelerin boyutları ve oranları, kitlenin bütünlüğünü sağlayan iç bağlantılarının niteliği ve güçleri, o toprağı tanımlayan faktörlerdir. Toprakta belirgin (dominant) olan tane türü topluluğu, bünyede yeterli oranda ise, o toprağın bütünü temsil eder. Örneğin %10-20 oranında kil, içinde bulunduğu toprağa kohezyon ve plastisite özellikleri kazandırmak için yeterlidir ve o topraklar bu nitelikleri nedeniyle, kohezyonlu topraklar veya killi topraklar olarak tanımlanırlar.”

1.1 Toprağın Bileşenleri

Doğada toprak, gazlar, sıvılar ve katı maddelerden oluşur. Bu üç öge kökenlerindeki farklılıklar nedeniyle kitle-hacim bağlantıları ve toprağın dokusu ve yapısına göre de, bünyedeki katı maddelerin, sıvıların ve gazların hacim ve ağırlıkları değişik oranlarda olabilir. Bu bileşenleri birarada kısaca şöyle açıklamak mümkündür:

Topraktaki gazların önemli bir kısmı dış ortamdan gelen, toprak taneleri arasındaki boşluklara yerleşen havadır. Havanın bileşenleri bağıl nem ve azot, oksijen, karbondioksit, hidrojen, metan gibi gazlardır. Bunların yanında organik maddelerin çürümesi sonucu oluşan ve toprakta yaşayan çeşitli canlıların çıkardığı gazlar da vardır.

Yağmur ve diğer atmosfer şartlarının getirdikleri su, toprakta yaşayan canlıların ve insanların atıkları, ana kaya ve organik maddelerin çözülmesiyle oluşan sıvı bileşenlerdir.

Katı maddeler ise “toprağın en büyük ve onun türünün niteliklerinin belirlenmesinde en önemli etken olan ögesidir. Suda erimeyen organik maddelerle minerallerden oluşur”

1.2 Toprağın Dokusu ve Yapısı

Çevremizde değişik amaçlarla kullanılan, çeşitli köken ve türdeki toprakların tümü için geçerli olabilen, onları tanımlayan ve niteliklerini belirleyen “Doku ve Yapı” kavramı geliştirilememiştir. Literatürde bu kavramlar için her sektörde kendine özgü tanımlamalar yapıldığını görüyoruz.

Konuyla ilgili yayınlarda zemin mekaniği ve inşaat mühendisliği alanında çalışan bazı uzmanlar toprakları “kohezyonlu” ve “kohezyonsuz” topraklar olarak iki türe ayırmışlar ve sadece bu toprakların yapısını tanımlamışlardır.

“Çağdaş Bir Yapı Malzemesi Olarak Toprak”

2. YAPI MALZEMESİ OLARAK TOPRAK



Görüntü-06 Toprak Sıva



Görüntü-07 Kuru ot katkıli ahşap konstrüksiyon arası toprak duvar



Görüntü-08 Sıkıştırıldıktan sonra bitkisel reçine yedirilmiş döşeme

Çakıl, kum, silt ve kilden oluşan, doğadan alındıkları halleriyle ya da bir düzeltme işlemi uygulandıktan sonra yapıda kullanılabilen kohezyonlu topraklar ile yeterli düzeyde ince tane içermeyen kohezyon niteliği olmayan kumlu, marnlı, puzolanik topraklar ve bazı yörelerde rastlanılan özel nitelikli toprakların tümünü “Yapı toprağı” olarak tanımlıyoruz.

Toprak, doğal haliyle bünyesinde belirli bir bileşeni gereğinden fazla barındırabileceğinden dolayı, yapı malzemesi olarak kullanılacak toprağın aranılan bir takım özellikleri vardır. Başka bir deyişle, bir toprağın “Yapı toprağı” olarak tanımlanmış olması yapıda kullanılmaya hazır olduğu anlamına gelmez. Toprak, kullanılacağı yer ve amaç için, yapı malzemesi niteliğinde olmayabilir. Bu nedenle yapı toprakları, kullanılacakları yere ve amaca göre hazırlanırlar ve yapı malzemesi niteliği kazanırlar. Gereğinden az veya çok kil içeren bir toprak, yapı toprağı niteliği taşıya da duvar yapımında kullanılacaksa, kil miktarı ve tüm tanelerinin bünyedeki dağılım oranları, en büyük basınç dayanımının sağlanabileceği düzene getirilmelidir. Ancak o zaman duvar yapımı için uygun bir yapı malzemesi olarak tanımlanabilir.

Yapı malzemesi olarak kullanılacak pişmemiş toprağın mimari kullanım alanlarını genel hatlarıyla şöyle sıralayabiliriz:

- Taşıyıcı ve bölme duvar yapımı
- Döşeme oluşumları
- Çatı (dam) oluşumları
- Duvar konstrüksiyonlarında dolgu malzemesi
- Sabit donatı üretimi
- Dekoratif ve ince yapı işlerine yönelik hazır malzeme üretimleri

2.1 Duvar Yapımında Kullanılan Toprak

Yeryüzünde inşaat mühendisliği ve bina yapımında kullanılan topraklar küçük bir dilim oluştursalar da bu topraklar, en çok rastlanılan ve en yaygın olarak bulunan toprak türüdür.

Duvar yapımında kullanılan toprakları şu gruplarda toplayabiliriz:

- Kohezyon ve plastisite niteliğine sahip olan, yeterli düzeyde ince tane (silt + kil) içeren killi topraklar,
- Kohezyon niteliğine sahip olmayan, farklı kökenlerdeki bazı topraklar da yapıda kullanılırlar. Bunların en yaygın olarak kullanılanları, kumlu, marnlı ve puzolanlı topraklardır.
- Bazı yörelerde de kendilerine has ve yapı için yararlı nitelikleri olan özel nitelikli topraklara rastlanılabilir.

2.2 Döşeme Oluşumlarında Kullanılan Topraklar

Genel olarak duvar yapımında kullanılan topraklar, döşeme oluşumlarında da kullanılabilen topraklardır. Döşeme oluşumlarında toprak ahşap gibi döşeme taşıyıcılarının üzerini örten ana dolgu malzemesi olarak kullanılır. Anadolunun bazı yörelerinde döşemelerde kullanılan toprak, kuru ve sulu olarak saz gibi çeşitli bitkilerle bir arada kullanılmaktadır. Bunun yanında günümüzde modern gereçler kullanılarak toprak döşemeler doğrudan sıkıştırma yöntemiyle tamamlanabilmektedir. Sıkıştırma işleminin tamamlanmasının ardından koruyucu bir tabaka olarak döşemeye çeşitli organik reçineler yedirilir.



Görüntü-09 Toprak Dam inşaatı, Hattuştaş reskonstrüksiyonu



Görüntü-10 Rauch Evi düz çatısı, Schlins/Avusturya



Görüntü-11 Atölye ortamında üretilip sevkiyata hazırlanmış duvar



Görüntü-12-13 Toprak sedir (solda) ile lavabonun monte edildiği toprak donatı



Görüntü-14 Sulu çamura katılmış kuru ot



Görüntü-15 Almanya' da üretilen toprak paneller

2.3 Çatı (Dam) Oluşumlarında Kullanılan Topraklar

Genel olarak duvar yapımında kullanılan topraklar düz çatı oluşumlarında kullanılabilirler de, her duvar yapımında kullanılacak toprak bu amaç için uygun olmayabilir, çünkü düz toprak çatılarda toprağın su sızdırmazlık bakımından tane dağılımına ve sıkıştırılabilirliğine dikkat etmek gerekir.

2.4 Duvar Konstrüksiyonlarında Dolgu Malzemesi Olarak Toprak Kullanımı

Ahşap veya betonarme olarak tamamlanmış yapı karkaslarının ara boşluklarında toprak kullanımı yaygındır. Bu amaçla kerpiç blok kullanılmasının yanında özellikle batıda buğday vb. bitkilerin saplarının çamura ilave edilmesi ve konstrüksiyon boşluklarına doldurulması da uygulanan bir yöntemdir.

2.5 Sabit Donatı Üretiminde Toprak Kullanımı

Anadolu'da bu amaçla kerpiç yapılar içerisinde günümüz şöminesini andıran ve özellikle evlerin mutfakları ve ardiye işlerinin yürütüldüğü bölümler ile (evdamı) kilerde inşa edilip ekmek pişirme, su ısıtma ve kış aylarında ısınma amaçlı kullanılan ocaklar bulunmaktadır. Günümüzde modern şömine, sedir, tezgâh, gömme dolap üretimlerinde toprağın kullanıldığını görmek mümkündür.

2.6 Dekoratif ve İnce İşlere Yönelik Hazır Malzeme Üretimleri

Avrupada, elyaf, hasır gibi sanayi ürünleri veya kimi zamanda ince saz bitkisiyle güçlendirilerek toprak paneller (*kilpan*)¹ üretilmekte olup tavan, duvar ve hareketli iç mekân panoları veya dolaplar bu panellerden oluşabilmektedir.

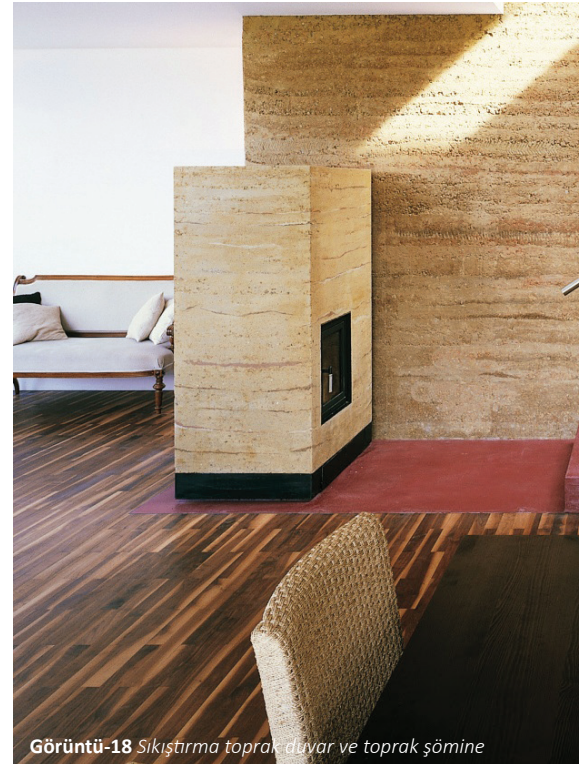
¹ Toprak panellerin yapımında kullanılan toprağın kil oranının bu toprağın içindeki diğer maddelere göre yüksek olmasından dolayı bu panellere kilpan denilebilir.



Görüntü-16 Toprak ile sıvalı duvar ve toprak duvarlı küvet



Görüntü-17 Açık renk toprakla sıvalı iç mekan



Görüntü-18 Sıkıştırma toprak duvar ve toprak şömine



Görüntü-19 Toprak şömine ve sedir



Görüntü-20 Toprak sıvalı duvarda dekorasyon

“Çağdaş Bir Yapı Malzemesi Olarak Toprak”

Selçuk Üniversitesi Mimarlık Fakültesi-Konya “Sürdürülebilir Mimari Tasarımda Kerpiç Malzeme Kullanımı” Paneli 16-18 Mayıs



Görüntü-21 Toprak panellerden oluşan duvar ve tavanlar ile sıkıştırma toprak döşeme

3. İYİLEŞTİRME VE STABİLİZASYON



Görüntü-22 Toprak dam sıkıştırma, Hattuşaş rekonstrüksiyonu



Görüntü-23 Toprak karıştırmada kullanılan karıştırıcı

Stabilizasyon konusuna bugünkü çerçevede yaklaşımlar ve bilimsel çalışmalar oldukça yenidir. İlk araştırmalar 1920'lerde başlamış, 1940– 1960 arasında özellikle II. Dünya savaşı sonrasında bu alanda önemli gelişmeler gerçekleşmiştir.

Bugün literatürde bu konuya genellikle sadece stabilizasyon açısından yaklaşıldığını görüyoruz. Oysa uygulamaların çoğunda kullanılan toprağın niteliklerinin gelişmesi ve ürünün kalitesinin iyileştirilmesi vardır. Bazılarında, örneğin lif katkı ile basınç dayanımı bir miktar artar ama ürünün stabilitesi açısından gelişme sağlanamaz. Buna karşın yüzeyler enprenye edilince, niteliklerde bir iyileşme sağlanmadan mevcut durum kalıcı hale gelir.

İyileştirme ve stabilizasyon toprak yapılarla ilgili çalışmaların ağırlık noktalarından biri olup, genellikle uygulanan işlemin niteliği esas alınarak bir gruplama, sınıflama yapılmaktadır:

- I. Grup: Yapı malzemesi niteliğinde hazırlanmış kohezyonlu topraklara kısıtlı olanaklarla sınırlı kazanımlar sağlayan yöntemler,
- II. Grup: Yapı Malzemesi Niteliğinde Hazırlanmış Kohezyonlu Toprakların Niteliklerinde, Katkıların Etkisiyle Oluşan Fiziksel Olaylar ve Kimyasal Reaksiyonlarla, Radikal Değişmeler Sağlayan Yöntemler
- III. Grup: Kohezyon Niteliği Olmayan Marnlı, Puzolanlı ve Kumlu Topraklara Yapı Malzemesi Niteliği Kazandıran Yöntemler

Yapı açısından ön görülen kalitede ürün elde edebilmek için toprağın yapıda kullanılacağı yer ve amaca göre hazırlanması gerekir. Bu açıdan öncelikli olarak tane dağılım oranları düzeltilen toprağa, çevre koşullarının ve şantiye olanaklarının sağladığı çerçevede, en kaliteli duvarların üretileceği katkı maddelerini ilave etmek gerekir. Burada kullanılacak katkıların her yörede bulunabilir, kolay ve ucuz tedarik edilebilir, uygulanacak işlemlerin kolay tarif edilebilir ve yapılabilir olmaları oldukça önemlidir.

“Çağdaş Bir Yapı Malzemesi Olarak Toprak”



Görüntü-24 İTÜ Alker Binası, 1995 / Prof. Dr. Bilge Işık

4. ALKER

Toprağın stabilizasyonuna yönelik Prof. Ruhi Kafescioğlu' nun İTÜ' de başlattığı araştırmalarının bir sonucu olarak ortaya çıkan alçı ve kireç katkılı bir toprak malzeme olan Alker; pişirilmeden fiziksel ve mekanik nitelikleri gelişmiş, toprak kökenli bir yapı malzemesidir. Kohezyon niteliğine sahip, tane dağılım oranları düzeltilmiş killi topraklara, kullanılacağı yer ve amaca göre belirlenen oranlarda kireç, alçı, su ve gerektiğinde priz geciktirici katılarak oluşur. Şantiyede karışımın hazırlanması, döküm yerine taşınması, kalıba yerleştirilip sıkıştırılması işleri, 20 dakikada tamamlanmaktadır. Geciktirici katılmamış, normal haliyle, 20 dakikada yeterli düzeyde rijitlik kazanır. Ürün, diğer türler gibi, kür ve kurutma işi gerektirmez, karışımın kalıba yerleştirme işi bittiği anda kullanıma hazırdır. Alker karışımıyla çeşitli yöntemlerle değişik biçim ve boyutlarda yapı elemanları üretilebilir.

Bir laboratuvarla çalışma olanağı varsa, gerekli deneyler yapılarak alçı, kireç, su, gerekiyorsa geciktiricinin türü ve miktarı belirlenir. Laboratuvarla çalışma olanağı sağlanamayan küçük şantiyelerde, Alker karışımı yalnızca blok veya yerinde döküm yöntemiyle duvar yapımında kullanılacaksa, tane dağılım oranları düzeltilmiş toprağa, kuru birim ağırlığının %8-10 alçı, % 2,5-5 kireç ve % 20 su katarak üretilecek örnekler incelenerek yapılacak birkaç denemede uygun oranlar, yeterli yaklaşıklıkla saptanabilir. Duvar üretimi için hazırlanacak Alker karışımlarına, taşıma ve döküm için uzun zaman isteyen özel bir durum yoksa geciktirici katmak gerekmez.

Blok veya yerinde döküm işi bittiği anda, hiçbir kür ve kurutma işlemi gerektirmeyen bir ürün olduğu için, üretim süresi diğer yöntemlerden kısa ve maliyeti daha azdır. Blok üretildiğinde hemen kalıptan alınıp istife veya duvardaki yerine konulabilir. Normal kerpiç üretiminde zorunlu olan büyük alanlarda serilerek kurutma süresine ve işgücü sarfına gerek kalmaz. Bu nedenle ALKER blok üretimi büyük ölçüde iklimsel koşullardan bağımsız olarak bir sundurma da bile yürütülebilir. Yerinde döküm yönteminde sıkıştırma işlemi bittiğinde duvar her yönüyle tamamlanmış bir üründür. Oluşum süreci epeyce karmaşık olmasına karşın, hazırlanması diğer iyileştirme ve stabilizasyon yöntemlerinden kolay ve basittir.

5. SONUÇ

Çağdaş bir yapı malzemesi olarak toprağın, mimaride kullanımına yeniden ivme kazandırmaya yönelik araştırma ve çalışmalar, esasen binlerce yıldır kullanılagelen toprağın, modern bir bakış açısıyla yeniden ele alınmasına ve bu amaç için bilimsel birikimin yeni araçlarının kullanımına dayanır. Türkiye' de toprak yapı kültürü, betonun yapı piyasasına girmesiyle beraber hızla yok olmaya başlamış, özellikle son yüzyılda tekniğine uygun olmadan inşa edilmiş kerpiç binaların deprem gibi doğal afetlerle zarar görmeleri, suistimallerin temel dayanaklarından biri haline gelmiştir. Bu bağlamda toprağın günümüz bilimsel perspektifiyle yeniden ele alınması ve çok eskilerden beri bilinen samanla stabilizasyon yönteminin üzerine, eskiye göre çok daha farklılık gösteren güncel yaşam gerekliliklerine karşılık verebilecek yeni toprak yapıların üretimini mümkün kılacak yeni iyileştirme ve stabilizasyon çalışmalarının yapılması önemlidir. Toprağın doğal yapısının sunduğu son derece önemli ve bugün çok daha anlam kazanmış yapısal konfor şartlarının ve toprağın en önemli özelliklerinden olan geri dönüştürülebilme ve eskimezliğinin ekolojik çevreye sunduğu sayısız katkının, toprağın yapısı ve kullanımıyla ilgili yeni araştırmalarla modern yapı kültürüne kalıcı olarak kazandırılması önemli bir mesleki hedef olarak ortaya çıkmıştır.

6. KAYNAKÇA

Prof. Ruhi Kafescioğlu' nun 2014 yılı içerisinde yayınlamayı planladığı "Çağdaş Yapı Malzemesi Toprak ve Alker" adlı kitabından kendisinin izni ile alıntılar ve yeniden düzenlemeler ve ilaveler yapılmıştır.

"Kürekent 2013" Entwerfen Eines Dorfes aus Lehm, Çiçek B., Cancino P. 2011 Masterthesis Bauhaus-Universitaet Weimar, Professur Entwerfen und Tragwerkskonstruktion

Görüntü Dizini

<http://www.naturbo-lehmputz-lehmbauplatten.de/blog/wp-content/uploads/2014/01/lehm-weltweit-lehmboden.jpg> **Görüntü 01**

http://www.rolf-fischler.ch/11_iglehm/ig_lehm14.jpg **Görüntü 02**

<http://www.art4joy.com/images/ton4.jpg> **Görüntü 03**

Foto: Burhan Çiçek, Küreken Köyü, Tunceli **Görüntü 04**

<http://www.coolstuffdirectory.com/2013/04/wikimedias-most-viewed-images-of-year.html> **Görüntü 05**

<http://www.mari-rinklin.de/Bilder/lehm.png> **Görüntü 06**

http://www.lehmtonerde.at/uploads/pictures-h850/_35V5621.jpg **Görüntü 07**

http://www.lehmtonerde.at/uploads/pictures-h850/_35V5621.jpg **Görüntü 08**

http://www.dainst.org/sites/default/files/medien/de/hattuschamauer_16g.jpg?ft=all **Görüntü 09**

ARCHITONIC The Independent Resource for Architecture and Design PDF 24.12.2012, S. 14 **Görüntü 10**

http://www.priora.ch/fileadmin/generalunternehmung/referenzen/laufen_ricola_006.jpg **Görüntü 11**

<http://lernpunktlehm.de/wp3/wp-content/uploads/2012/05/Beuchel-11kl1.jpg> **Görüntü 12**

http://www.wohnenregional.de/wordpress/wp-content/uploads/image/hagebau_mod_02.jpg **Görüntü 13**

<http://www.iglehm.ch/data/images/bautechnik/Wellermasse.JPG> **Görüntü 14**

<http://www.oekologisch-bauen.info/uploads/images/org/lehmbauplatte.jpg> **Görüntü 15**

http://www.rolf-fischler.ch/11_iglehm/ig_lehm14.jpg **Görüntü 16**

http://www.wohnenregional.de/wordpress/wp-content/uploads/image/hagebau_mod_03.jpg **Görüntü 17**

<http://www.lehmtonerde.at/uploads/pictures-h850/WEISSEN4.jpg> **Görüntü 18**

http://www.lehmtonerde.at/uploads/pictures-w850/2010_03_05_002_ex.jpg **Görüntü 19**

http://www.strohballen-biobau.com/wp-content/gallery/projekt-sulinci/img_1059-manjsa.jpg **Görüntü 20**

http://www.lehmtonerde.at/uploads/pictures-w850/_35V6661.jpg **Görüntü 21**

http://www.dainst.org/sites/default/files/medien/de/hattuschamauer_17g.jpg?ft=38%2B1%2B1 **Görüntü 22**

Foto: Sandra Karl **Görüntü 23**

Foto: Burhan Çiçek **Görüntü 24**

¹ **Kilpan:** Sentetik veya doğal katkıları yardımıyla tane dağılım oranı iyileştirilmiş, kil oranı yüksek topraktan üretilmiş panellerdir. Tanım; Çiçek B. 2014