

**HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ
ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU**



TAKIM ADI: OXYLUS

PROJE ADI: KAYBET KAYBETTEN KAZAN KAZANA: KENEVİR

BAŞVURU ID: 408901

İçindekiler

1. Özet.....	2
2. Problem(Sorun).....	2
3. Çözüm.....	3
4. Yöntem.....	3
4.1 Literatür taraması.....	3
4.2 Yapı ve izolasyon malzemelerinin üretim süreci.....	4
4.2.1 Yapı ve izolasyon malzeme kalıplarının 3B tasarımları.....	4
4.2.2 Yapı ve izolasyon malzemesi harcının üretim ve kalıplama aşaması.....	4
4.3 Testlerin yapılması.....	5
4.3.1 Basınç dayanımı testi.....	5
4.4 Isıl geçirgenlik testi.....	6
4.5 Yangın dayanımı testi.....	6
5. Yenilikçi(inovatif) yönü.....	7
6. Uygulanabilirlik.....	7
7.Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	8
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar).....	9
9.Riskler.....	9
10. Kaynakça ve Rapor Düzeni.....	11
11. Ekler.....	12

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Projemizde son yıllarda süratle büyüyen ve çevre üzerindeki etkileri yadsınamayacak derecede büyük olan inşaat sektöründe kullanılacak yapı ve izolasyon malzemelerine yeni ve çevreci bir bakış açısı sunulmuştur. Bunu yaparken de son zamanlarda birçok farklı sektörde ısı iletim katsayısının düşük, basınç dayanımı yüksek, esnek ve yangına karşı dayanıklı olmasından ötürü sıklıkla tercih edilen “Kenevir” bitkisinin lif ve kıtıklarından yararlanılmıştır. Proje kapsamında kullanılacak olan kenevir lifi ve kıtıkları ile milli teknoloji hamlesine katkı sağlamak adına Karadeniz Kenevir Araştırma Enstitüsü tarafından yetiştirilen yerli ve milli kenevir olma özelliğine sahip Türkiye'nin ilk tescilli endüstriyel keneviri olan “Narlı” türü ile gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması sonucunda ulaşıldığı üzere dünyada kenevir bitkisinin farklı türleri çeşitli çalışmalar için kullanılmış olup, bu çalışmalar bizim çalışmamız sürecinde de rehber olmuştur. Literatür taraması sonucunda da anlaşıldığı üzere Karadeniz’de yetişen kenevirin iki türünden biri olan “Narlı” türü bu proje ile ilk defa yapı ve izolasyon malzemesi yapımında kullanılmış ve literatüre kazandırılmıştır. Kütle bakımından oranca %60 hidrolik kireç, %30 su ve %10 oranında kenevir malzemesinin karıştırılması ve uygun ortam şartlarda kalıplanıp kurutulması ile yapı ve izolasyon malzemelerinin üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen yapı malzemelerine yapının deprem, sel vb. doğal afetlere ve uygulanan basınca karşı verdiği dayanım basınç dayanım testi ile ölçülmüştür. Ortalama olarak 17.35 kN kırılma yükünde 1.73 MPa (N/mm²) olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak gerçek hareket altında çatlamaya dayanıklı, düşük yoğunluklu bir malzeme olduğu için sismik aktivite riski olan alanlar için çok uygun olduğunu görülmüştür, mPa değerinden ötürü başka bir çerçeve malzeme ile birlikte kullanılmasının yapının sağlamlığı açısından daha iyi olacağı tespit edilmiştir. Üretilen izolasyon malzemelerine ise ısı iletim testi uygulanmış ve ısı iletkenlik katsayıları ortalama 0.151 W/m²K olarak bulunmuştur. Ayrıca İzolasyon malzemesinin ise yangına karşı dayanımını ölçebilmek için 650 derecede 1 saat yangın testine tabi tutulmuş ve sonucunda yapının nitel yapısında değişimler görülse de hala sağlam olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yapı hidrolik kireç içerdiği için kuruyup sertleşme sürecinde atmosferden CO₂ gazı absorbe etmektedir ve bu sayede iklim değişikliği ve hava kirliliğini önlemeye yardımcı olmaktadır. Sonuç olarak kenevir bazlı yapı ve yalıtım malzemelerinin inşaat sektöründe çevreci bir alternatif olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

2. Problem/Sorun:

Dünya popülasyonunun artması ile beraber öne gelen barınma unsuru; inşaat sektörünün popülerleşmesi ve gelişmesine olanak tanımıştır. Gelişen ve değişen inşaat sektörünün geniş bir tüketim ağına sahip olması ile malzeme çeşitliliği artmıştır. Fakat kullanılan üretim malzemelerinin kimyasal içerikli ve küresel ısınmayı olumsuz yönde etkiliyor olması dünya için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu durumu tersine çevirmek adına takımımız tarafından üretilen kenevir bazlı yapı ve izolasyon malzemeleri bitkisel içerikli ve karbon emisyonunu azaltıcı özellik gösterdiği için çevre dostu bir üründür. Ayrıca etkin fay hatlarına sahip olan ülkemizde sismik aktivitelere direnç gösterecek yapıların bulunması ayrı bir önem teşkil etmektedir (Yüzbaşı,2018). Monolitik yapıya sahip olduğu için bağlantı sorunu bulunmamasıyla

depreme karşı dayanım gösteren betonarme yapıların ise bu noktada yüksek maliyete sahip olması sorun yaratmaktadır. Bu sorunlara kıyasla özellikle Karadeniz Bölgesi'nde etkin bir şekilde üretilen kenevir bitkisinin hem maliyeti düşük hem de kenevir bazlı yapı malzemelerinin düşük yoğunluğa sahip olmasından dolayı sismik aktivitelerin yoğun olduğu ortamlara karşı uyumludur. Buna ek olarak yangın afetinin ilk 10 dakikası en fazla hasara sebebiyet veren zaman dilimidir. Yangına karşı dayanıma sahip olan yapıların üretilmesi ile beraber alınabilecek hasarlar indirgenebilmektedir. Bu noktada ise kenevir bazlı yapı malzemelerinin ısı iletim katsayısının düşük olmasıyla beraber 655 dereceye kadar dayanım gösterdiği tespit edilmiştir.

3. Çözüm

Yüzyıllardan beri süregelen ve her geçen gün daha ciddi bir problem haline gelen küresel ısınma ile tüm Dünya olarak karşı karşıya bulunmaktayız. Takım olarak biz de belirttiğimiz sorunların çözümünün yanı sıra küresel ısınmayı yavaşlatabilecek ve etkilerini önemli ölçüde azaltabilecek potansiyelde bulunan bir proje geliştirdik. Ürettiğimiz yapı ve yalıtım malzemelerinde Karadeniz bölgesinde yetişen ilk tescilli endüstriyel keneviri olan “Narlı” türünü kullanmış bulunmaktayız. Kenevir, son yıllarda en çok araştırma yapılan bitkilerden biri haline gelerek tüm dünyadaki bilim camiasının dikkatini çekmiştir. Tıp, gıda, tekstil vb. alanında kullanımının yanı sıra, inşaat amaçlı da kullanılması nedeniyle binlerce yıldır tarımı yapılmaktadır (Pellati vd., 2018). Bu sayede yapı ve yalıtım malzemelerimiz çeşitli kimyasallar kullanılarak yapılmış geleneksel betonlara kıyasla organik bileşenlerden oluştuğundan daha çevreci bir yapıya sahip olup üretim maliyeti daha düşüktür. Ayrıca, malzemelerimiz içinde bulunan kireçten ötürü kuruyup sertleşme aşamasında havadan CO2 emilimi gerçekleştirdiğinden küresel ısınmayı yavaşlatırken astım, bronşit gibi solunum yolu hastalıklarının riskini azaltmaktadır. Ürettiğimiz yapı ve izolasyon malzemelerimizin inşaat sektöründe kullanılması durumunda verimliliğini ölçmek amacıyla basınç dayanımı, yangın dayanımı ve ısı geçirgenlik testleri yapılmıştır. Testler sonucunda yapılarımızın sismik aktivite riski olan bölgelerde dahil geleneksel beton yerine kullanılabilmesi ve yangın dayanım sıcaklığının ortalama yangın sıcaklığı olan 650 derecede dayanıklı olduğu saptanmış olup detaylı bilgiler yöntem kısmında verilmiştir.

4. Yöntem

4.1 Literatür Taraması

İlk olarak bilim insanlarımızın kenevirin çeşitli alanlardaki ve özellikle yapı malzemesi alanındaki yararlarından bahsettikleri makaleleri okunmuştur. Makale araştırma sürecinde Dergipark, YÖK Tez, Google Akademik, Researchgate gibi kaynaklar kullanılmıştır. Bu alanda Demir ve Doğan (2020) tarafından yayınlanmış “Physical and Mechanical Properties of Hempcrete” , Brujin diğ. (2009) tarafından yayınlanmış “Mechanical properties of lime–hemp concrete containing shives and fibres” ve benzer birçok makale okunarak kapsamlı bir araştırma yapılmıştır. Bunun yanında Bevan ve Woolley (2014) tarafından basılmış “Hemp Lime Construction: A Guide to Building With Hemp Lime Composites” ve Marosszeky ve Benhalm (2015) tarafından yazılmış “How to build a HEMP HOUSE” adlı kitaplar okunarak konuyla ilgili birikimimiz arttırılmıştır. Literatür taramamızı sayısal verilerle desteklemek amacıyla ZMO nun

hazırladığı “kenevir ve üretimi üzerine değerlendirme” raporu incelenmiştir. Son olarak National Geographic tarafından yayınlanan “Can You Build a House With Hemp ?” adlı belgesel izlenmiş ve değerlendirilmiştir.

4.2) Yapı ve İzolasyon Malzemelerinin Üretim Süreci

4.2.1 Yapı ve izolasyon malzeme kalıplarının 3B tasarımları

Projemizin döküm aşamasına geçmeden ihtiyacımız olan ürünlerin miktarlarının belirlenmesi ve yapı ile izolasyon malzemelerinin dökümünde kullanılacak kalıpların tasarımı için Fusion 360 katı modelleme programından faydalanılmıştır. Ürettiğimiz yapı ve izolasyon malzemelerinin testlerini gerçekleştirmek adına, her birinden dörder adet test ünitelerinin boyutlarına uygun kalıp üretimi gerçekleştirilmiştir. Kalıpların ölçüleri yapı malzemeleri için 100 cm³ olacak şekilde 10.10.10 ölçülerinde Fusion 360 üzerinde çizilmiş kalıpların ölçüleri izolasyon malzemeleri için ise 600 cm³ 3 cm kalınlığa sahip üç adet 10x20 cm kenarlı dikdörtgen elemanlar olup CNC’den kesilmiş (Şekil 1) ve malzeme olarak da mdf kullanılmıştır.



Şekil 1. Kalıp üretim aşaması

4.2.2. Yapı ve izolasyon malzemesi harcının üretim ve kalıplama aşaması

Kesilen küp ve dikdörtgen parçaları hızlı yapıştırıcı ile yapıştırılıp kurumaya bırakılmıştır. Ardından hazırlanan karışımın kalıplara yapışmaması adına silikonlu kalıp ayırıcı sprey hazırladığımız kalıpların her bir köşesine uygulanmıştır.

Tablo 1. Yapı malzemesi işlevinde kullanılacak dörder adet küp için malzeme oranı:

Malzeme	Kireç	Su	Kıtık	Lif
Oran	%60	%30	%8	%2

Tablo 2. İzolasyon malzemesi işlevinde kullanılacak dörder adet dikdörtgen için malzeme oranı:

Malzeme	Kireç	Su	Lif
Oran	%60	%30	%10

Yapı malzemelerinde kırıntı ve lifin bir arada kullanılmasının tercih edilme nedeni kırıntı bloklara istenilen sağlamlığı vermesidir. İzolasyon malzemelerinde ise yalnızca kenevir lifinin kullanılma nedeni panellerin bloklara kıyasla daha ince ve daha hafif olmasıdır ayrıca kenevir lifi kırıntıya kıyasla daha iplikli bir yapı sağladığından izolasyon oranı daha yüksektir. Yapı malzemesi için kenevir lifi ve kırıntının, yukarıda belirtilen oranlarda hidrolik kireç ve suyla istenilen kıvamına gelene kadar karıştırılması sonucunda harç hazır hale gelmiştir. Kıvamına gelen harcın döküm aşamasında ilk kalıpların boş ağırlığı sonra da karışım dökülmüş ağırlığı ölçülüp not edilmiştir ve daha sonrasında yukarıda belirttiğimiz oran tablosu oluşturulmuştur. Ardından izolasyon ve yapı malzemeleri kalıptan çıkabilecek sertliği erişene kadar kurumaya bırakılmıştır (Şekil 2). Kalıplardan çıkarılan yapı ve izolasyon malzemeleri ulaşabilecekleri en sert forma geldiklerinde test aşamasına geçilmiştir.



Şekil 2. İzole ortam koşullarında beklemiş olan yapı malzemelerinin ilk gün formları

4.3 Testlerin Yapılması

4.3.1 Basınç Dayanımı Testi

Beton fabrikalarında bulunan bulunan 200 ton kapasiteli beton test presi kullanılarak yapılmış basınç deneyi, yapı malzemesi olan küp bloklara uygulanmıştır. Yapı malzemeleri öncelikle 3 gün boyunca nemli ortam oluşturularak kurutulmuş ardından 20 gün boyunca oda ortamı koşullarında kurutulmaya bırakılmış ve test öncesinde yüzeyleri pürüzsüzleştirilmiştir. Boyutları 10x10x10 olan yapı malzemelerinin kütle ölçümleri yapıldıktan sonra beton test presi ile

maksimum basınç dayanımı test edilmiştir (Şekil 3). Beton test presinin içerisinde bulunan program ile deney verileri arşivlenmiş ve grafikleri oluşturulmuştur.



Şekil 3. Yapı malzemelerinin basınç dayanım testi süreci

4.4. Isıl Geçirgenlik Testi

Isıl geçirgenlik testi için Decagon KD2 Pro kullanılmıştır. İzolasyon malzemelerinin ısı iletkenlik katsayılarını bulmak için öncelikle probun yerleştirileceği yüzey pürüzsüzleştirilmiştir. İzolasyon malzemelerinin pürüzsüz yüzeyine prob yerleştirilmiş ve bir dakika sonunda alınan veriler numune kalınlığına bölünerek mutlak sonuç tespit edilmiştir. Veri sonucunun yüksek olması ısı yalıtım değerinin düşük, sonucun düşük olması ise ısı yalıtım değerinin yüksek olduğunu belirtmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Yalıtım malzemelerinin ısı geçirgenlik testi süreci

4.5. Yangın Dayanımı Testi

Yangın dayanımı testini gerçekleştirmek için 1200 dereceye kadar ısınabilen Ref-San 200 seramik fırınında kontrollü deney gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). “Yangın mahallinde ortalama sıcaklık değeri 1'inci dakikadan sonra hızla artar. Sıcaklık, ilk beş dakikadan sonra yaklaşık 500 °C, 10 dakika sonra yaklaşık 600 °C, 15 dakika sonra yaklaşık 700 °C ve 30 dakika sonra yaklaşık 800 °C'ye çıkar. Bundan sonra zaman ilerledikçe sıcaklık daha yavaş artar.”(A.kılıç, Yangın yayılımı ve tehlikeleri, 2010) Bu verilerden yola çıkılarak bir yangında gözlemlenecek olan ortalama 650 derece sıcaklıkta 1 saat yalıtım malzemelerini teste tabi tutulmuştur.



Şekil 5. Yalıtım malzemelerinin yangın dayanım testi süreci

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Ülkemiz içerisinde değerlendirilen yapı ve izolasyon malzemeleri ağırlık olarak beton temelli ürünler olmakla beraber kullanılan bitkisel içerikli yapı malzemelerinin arasında kenevir bitkisine sık rastlanılmamaktadır. Karadeniz’de üretilen ve Türkiye’nin ilk tescilli endüstriyel kenevir türü olan “Narlı” türü ilk olarak projemizde yapı ve izolasyon malzemesi üretmek amacıyla inşaat sektöründe kullanılmıştır. “Narlı” türünden ürettiğimiz yapı ve izolasyon malzemeleri Türkiye’de ilk defa inşaat sektöründe kullanılarak literatüre kazandırılmıştır. Ayrıca günümüzde yaygın olarak kullanılan betonarme yapıların aksine çevre dostu bitkisel içerikli bir kaynak kullanılarak karbon ayak izi indirgenmesine yenilikçi bir çözüm getirilmiştir. Son olarak kenevir bitkisinin diğer bitkisel kaynaklara göre ısı iletim katsayısının daha düşük olmasıyla yalıtım alanına, basınç dayanımının daha yüksek olmasıyla sismik aktivitelerin yoğun olduğu bölgelerde kullanılabilir yapı malzemelerine inovatif bir bakış oluşturulmuştur.

6. Uygulanabilirlik

Üretimini gerçekleştirmeyi planladığımız yapı ve yalıtım malzemelerinin ana bileşeni olan “Narlı” türü kenevir bitkisi ülkemizde özellikle Karadeniz Bölgesi’nde verimli bir şekilde yetiştiği için ulaşılabilirlik ve ekonomik bakımdan geleneksel betona kıyasla daha büyük avantaj

sağlamaktadır. “1961 yılında yaklaşık 20 bin hektar alanda lif ve tohum olarak 15 bin tonu aşkın kenevir üretimi yapılırken 2017 yılında 12 hektar alanda 9 ton kenevir lif ve tohumu üretimi gerçekleşmiştir” (TMMOB ziraat mühendisleri odası, 2019). Ülkemizde ve tüm dünyada kullanılan kimyasal içerikli inşaat malzemelerinin yanı sıra kenevir bazlı yapı ve izolasyon malzemelerinin adaptasyonu üretim ve inşa aşamasında kolaylık sağlamakla birlikte daha çevreci bir forma sahip olmaktadır. Yapılarımız kuruma ve kullanım sürecinde küresel ısınmada önemli bir etken olan CO₂ emisyonunu azaltarak küresel ısınmayı ve etkilerini önemli ölçüde azaltma potansiyeline sahip olup ısı yalıtkanlığı ve enerji tasarrufu bakımından büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bu sebepten dolayı CO₂ salınımına bağlı hava kirliliğinin yoğun olduğu bölgeler için kenevirden üretilen yapı ve izolasyon ürünleri kullanılabilir malzemelerdir. Yaptığımız literatür taraması sonucunda sismik aktivite ve sel gibi doğal afetlerin yaşanma olasılığı yüksek bölgelerde kenevir bazlı üretilen yapı malzemelerinin dayanım gücünün daha fazla olması nedeniyle kullanıma uygulanabilir olduğu görülmüştür. Bu nedenler dolayısıyla ülkemiz ve dünya genelinde kenevir bazlı yapı ve yalıtım malzemelerinin kullanımını yaygınlaştırılarak geleceğimizi inşa edebiliriz.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projeye başlamadan önce ihtiyaç duyulan malzemelerin belirlenmesi ve bütçe doğrultusunda temin edilmesi sağlıklı bir süreç işlemek adına büyük önem taşımaktadır.

Ürettiğimiz yapı ve yalıtım malzemeleri geleneksel yollarla yapılmış ve yapılmakta olan yapı ve yalıtım malzemelerine kıyasla organik içerikli olduğundan maliyet bakımından daha uygun olmaktadır.

Tablo 3.

Zaman Planlaması				
İşin Tanımı	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Literatür Taraması	X	X	X	
Yapı ve izolasyon malzemelerinin üretilmesi		X		
Testlerin yapılması			X	
Verilerin Toplanması ve Analizi			X	X

Proje Raporu Yazımı			X	X
---------------------	--	--	---	---

Tablo 4.

Malzeme Listesi		
Malzeme Adı	Malzeme Miktarı	Malzeme Fiyatı
Hidrolik Kireç	1KG	55 TL
MDF	20x60cm ²	25 TL
Kenevir Kıtığı	1000 Gr	Enstitüden temin edildi
Kenevir Lifi	250 Gr	Enstitüden temin edildi
Hızlı Yapıştırıcı	1 Paket	40 TL
Kalıp Spreyi	1 Paket	30 TL

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Kenevir bitkisi ile üretilen ve geliştirilen yapı malzemelerimiz düşük yoğunluğa sahip olmasıyla sağladığı yüksek basınç dayanımı ile sismik aktivitelerin yoğun olduğu; deprem, sel vb. doğal afetlerin sıkça rastlandığı bölgelerde kullanılmak için uygundur. Ayrıca izolasyon malzemelerimiz ise kenevir bitkisinin ısı iletim katsayısının düşük olmasının kazandırdığı yalıtkanlık özelliği sayesinde zorlu hava koşullarının görüldüğü bölgelerde etkin bir izolasyon malzemesi olarak kullanılmak için uygundur. Ayrıca yapı doğal içeriği sayesinde astım, bronşit vb. Solunum problemi yaşayan bireyleri içinde kullanıcı dostu bir deneyim sunmaktadır.

9. Riskler

Proje sürecinde karşılaşılabilecek risklerin farkında olmak ve bu çerçevede ilerleyerek süreci en güvenli ve konforlu bir şekilde ilerletmek büyük önem taşımaktadır.. (kullanılan risk haritası şekil 6 da gösterilmiştir) Karşılaşılabilecek olası riskler ve çözüm yolları etki matrisinde bulunan risk değerlendirilmesi puanları ile birlikte aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

OLASILIK X ETKİ			ETKİ				
			Çok yüksek	Yüksek	Orta	Düşük	Çok düşük
			5	4	3	2	1
OLASILIK	Çok yüksek	5	25	20	15	10	5
	Yüksek	4	20	16	12	8	4
	Orta	3	15	12	9	6	3
	Düşük	2	10	8	6	4	2
	Çok düşük	1	5	4	3	2	1

Tablo 5: Etki Matrisi

- Yapı ve yalıtım malzemelerinin kurutulması aşamasında oluşturulan ortamın güneş ışığı, rüzgar , toz vb. unsurlardan arındırılmış izole bir ortam olması malzemelerin sağlıklı bir form alabilmesi adına büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle takım olarak yapı ve izolasyon malzemelerimizi kuruturken oda koşullarına büyük önem verilmiştir. (Risk analizi: olasılık (1) X etki(5) = Sonuç(5))
- Projede kullanılan Karadeniz’de yetişen ilk tescilli kenevir türü olan “Narlı” türü literatürde ilk defa yapı ve izolasyon malzemesi olarak değerlendirileceği için karşılaşılabilecek farklılıkların etkin yorumlanması büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple takımımız tarafından Karadeniz Bölgesi’nde spesifik olarak bu tür ile çalışan alanında uzman kişilerin makalelerini okuyup uzman bilgisi alınmış ve projede muadil çalışmalara göre görülebilecek farklılıklarla karşılaşmadan bilgi sahibi olunmuştur. (Risk analizi: olasılık (2) X etki(5) = Sonuç(10))
- Küp şeklindeki yapı bloklarına uygulanan basınç testinde numunenin press ile temas eden yüzünün pürüzsüz olması doğru sonucun elde edilebilmesi için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle proje sürecine üretilen her bir numuneden güvenilir bir sonuç alabilmek adına zımpara ile pürüzsüzleştirme işlemi büyük bir özenle gerçekleştirilmiştir. (Risk analizi: olasılık (2) X etki(5) = Sonuç(10))

- Proje süreçlerinde en önemli unsurlardan bir tanesi her zaman hiç şüphesiz iş güvenliği olmaktadır. Proje esnasında herhangi gibi bir olumsuzlukla karşılaşmamak adına; test ve üretim süreçlerinde gözlük, eldiven, maske gibi koruyucu ekipmanların kullanımına büyük önem verilmiştir. (Risk analizi: olasılık (3) X etki(4) = Sonuç(12))

10. Kaynakça ve Rapor Düzeni

Arehart, J., Nelson, W., Surbar, W. (2020) On the theoretical carbon storage and carbon sequestration potential of hempcrete. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121846>

Arigoni, A., Pelesato R., Melia P., Ruggieri G., Sabbadini S., Dotelli G. (2017) Life cycle assessment of natural building materials: the role of carbonation, mixture components and transport in the environmental impacts of hempcrete blocks. Erişim adresi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.161>

BAŞER, U., & BOZOĞLU, M. (2020). Türkiye'nin kenevir politikası ve piyasasına bir bakış. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 127-135.

Benhaim, P., & Marossek, K. (2011). *How to build a HEMP HOUSE*. Raw With Life.

Bevan, R., & Woolley, T. (2008). Hemp lime construction. *A guide to building with hemp lime composites*, Bracknell.

Demir, İ., & Doğan, C. (2020). Physical and mechanical properties of hempcrete. *The Open Waste Management Journal*, 13(1).

de Bruijn, P. B., Jeppsson, K. H., Sandin, K., & Nilsson, C. (2009). Mechanical properties of lime-hemp concrete containing shives and fibres. *Biosystems engineering*, 103(4), 474-479.

Gündüz, K., & Yanardağ, İ. (2020). Kenevir (Cannabis sativa L.). https://www.researchgate.net/publication/347916067_KENEVIR_Cannabis_sativa_L

Kılıç, A., (2010). Yangın yayılımı ve tehlikeleri. *Ateşi Tutan Eller - ateş kahramanlar*

Magwood, C. (2016) Essential Hempcrete Construction: The Complete Step-by-Step Guide. Erişim adresi: <https://books.google.com.tr/books?id=wE2HDAAAQBAJ&lpg=PP1&dq=hempcrete&lr&pg=PR4#v=onepage&q=hempcrete&f=false>

Sağlam N., Düzgüneş E., Balık İ. (2008) Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Erişim adresi: <http://www.egejfas.org/en/download/article-file/57476329662>

Yüzbaşı, J., & Yerli, H. (2018). Betonarme yapıların deprem altında performans analizlerinin yapılması ve güçlendirilmesi. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.510083>

11.Ekler:

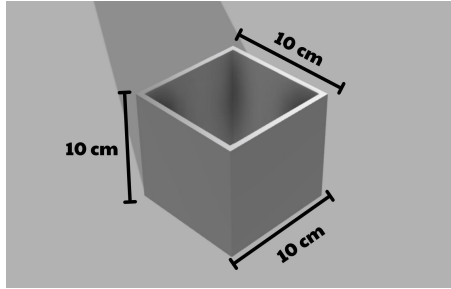
(Ek 1) Yapılarımızda kullanmış olduğumuz kenevir lifi ve kitiğinin sağlanması için alınan izin



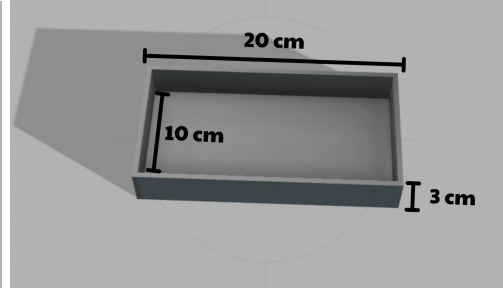
(Ek 2) Yapı malzemelerinin kütle analiz aşaması örneği



(Ek 3) Üretilen yapı ve izolasyon malzemelerinin kalıp tasarımları



Yapı malzemesi kalıpları

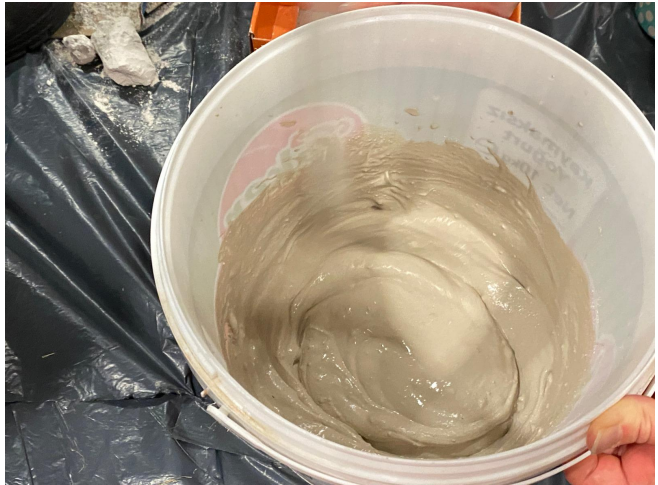


İzolasyon malzemesi kalıpları

(Ek 4) Kıtık,lif karışımını su ve kireç ile karıştırmadan önceki hali



(Ek 5) Su ve kireç karışımı



(Ek 6) Basınç dayanım test sonuçları

Yapı malzemesi no	Kesit alanı cm ²	Hacim cm ³	Ağırlık gr	Birim ağırlık kg/dm ³	Numune Yaşı	Kırılma yükü	Basınç dayanımı N/mm ²
1	100	1000	1045	1.05	20 gün	17.1	1.71
2	100	1000	1030	1.03	20 gün	16.6	1.66
3	100	1000	1055	1.06	20 gün	18.3	1.83
4	100	1000	1055	1.06	20 gün	17.4	1.74
Ortalama	100	1000	1046	1.05	20 gün	17.35	1.73

(Ek 7) Küplerin basınç dayanımı sonucundaki yükseklikler

Numune Numarası	Küplerin basınç dayanımı sonucundaki yükseklikleri
1 numara	8,6 cm
2 numara	8,8 cm
3 numara	8,3 cm
4 numara	8,6 cm
Ortalama sonuç	8,575 cm

(Ek 8) Isıl geçirgenlik test verileri

İzolasyon Malzemesi No.	Isı İletkenlik Katsayısı λ	Derece C	Belirleme katsayısı (r ²)
1 numara	0.092	19.72	0.9997
2 numara	0.107	19.54	0.9999
3 numara	0.115	21.71	0.9999
4 numara	0.151	23.71	1.0000
Ortalama sonuç	0,11625	21,17	0,999875

(Ek 9) Zaman içerisinde yapı ve yalıtım malzemelerinin kütlerinin değişimlerinin çizgi grafiğinde gösterimi

