

*Research Article*

## **Kaplama ve Eski Kaplama Arasındaki Salınlı Kesme Özelliklerinin Değerlendirilmesi**

Yaser Arjomand ALAMDARI<sup>1</sup>

*Geliş / Received: 1/12/2021*

*Revize / Revised: 30/12/2021*

*Kabul / Accepted: 05/01/2022*

### **ÖZET**

Kaplama tabakaları ile eski kaplama arasındaki kaplamanın performansını tamamen gölgeleyebilecek en önemli özelliklerden biri tabakalar arasındaki kesme dayanımıdır. Bu direnci ölçmek için birçok test geliştirilmiştir, ancak bu kesme dayanımını ölçmek için standart bir test yoktur. Üstyapı katmanları arasındaki kesme özelliklerini değerlendirmek için en gerçekçi yöntemlerden biri, salınlı yüklem altında üstyapı katmanları arasındaki kayma rijitliği miktarını ve aynı zamanda kayma rijitliğindeki azalmayı değerlendirmektir. Bu çalışmada, Amirkabir Teknoloji Üniversitesi'nde SLT-AUT adlı bir cihaz tarafından gerçekleştirilen yenilikçi bir deney, sonuçların tekrarlanabilirliğini ölçmek için istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve ayrıca önceki araştırmalarla sunulan sonuçlarla karşılaştırılmıştır. İstatistiksel testlerin sonuçları, tekrarlanabilirliği ve ayrıca grafik formunun önceki araştırmaların grafikleriyle benzerliğini gösterir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** - *Kayma dayanımı, Kayma sertliği, Salınlı, Asfalt kaplama*

<sup>1</sup> Yaser Arjomand ALAMDARI İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul Aydın Üniversitesi, İSTANBUL

\*Corresponding author: [astevan24@gmail.com](mailto:astevan24@gmail.com)

## **Evaluation of Oscillating Shear Properties Between Coating and Old Coating**

---

### **ABSTRACT**

---

One of the most important properties between veneer layers and old pavement that can completely overshadow the performance of the veneer is the shear strength between the layers. Many tests have been developed to measure this resistance, but there is no standard test to measure this shear strength. One of the most realistic methods for evaluating the shear properties between pavement layers is to evaluate the amount of shear stiffness and also the decrease in shear stiffness between the pavement layers under oscillating loading. In this research, an innovative experiment in Amirkabir University of Technology, which is performed by a device called SLT-AUT, was statistically evaluated to measure the reproducibility of the results and also compared with the results presented with previous research. The results of statistical tests indicate the reproducibility and also the similarity of the chart form with the charts of previous research.

---

**KEYWORDS:** - *Shear welding, Shear stiffness, Oscillation, Asphalt pavement*

---

## 1. GİRİŞ

Kaplamanın iki tabakası ile asfalt kaplama arasındaki ara yüzeyin özellikleri, kaplama performansında oldukça önemlidir. Bir laboratuvar veya sahada gerçekleştirilen üstyapı katmanları arasındaki özellikleri değerlendirmek için çok sayıda deney tasarlanmıştır (Ahn. 2012).

Bu deneyler kesme, bükme ve esnetme deneyleri olmak üzere üç ana kategoriye ayrılır. Üç deneysel kategori arasında, üstyapı katmanları arasındaki durumu değerlendirmede en çok kullanılan kaymadır. Bu test laboratuvar yöntemiyle genellikle dikey yüklemeli kesme ve dikey yüklemesiz kesme olmak üzere iki şekilde yapılır. Katmanlar arasındaki kesme mukavemetini ölçmek için yapılan çoğu saha testi, yaygın bir kendi kendine test türü olan dolaylı zemin kesme testinden esinlenmiştir. ( Collop (Collop A., 2004) (Uzan, 1978) 2012) (West, 2004) (Tschegg, 1995) A.C., 2009) (Wheat, (Tashman L., 2006) (Miró R., 2006) (Chen, (Bae A., 2010) (Leng Z., 2008) 2007) . (Ferrotti G. C., 2011) 2010)

Bu araştırmada, öncelikle katmanlar arası kesme dayanımını değerlendirmek için kullanılan deneyler incelenecek, ardından salınlı yüklemeye altında katmanlar arasındaki kesme dayanımını test etmenin farklı yöntemleri araştırılacaktır. Salınlı yüklemeye önemlidir, çünkü ister aracın hızlanması veya yavaşlaması nedeniyle olsun, isterse kaplama üzerinden geçen düşey yükten kaynaklanan kesme yükü nedeniyle kaplamaya uygulanan kesme yükü doğada salınlı olacaktır.

Bununla birlikte, az sayıda önceki çalışma, salınlı yüklemenin uygulanmasını mümkün kılmıştır. Ayrıca, çok az sayıda önceki makinelerde, salınlı kesme yüklemesi, hassas sıcaklık kontrolü ve büyük düzeyde kesme uygulamaları ile numunelere sabit rijitlik uygulamak mümkün olmuştur. Bu nedenle bu araştırmada Amirkabir Teknoloji Üniversitesinde geliştirilen SLT-AUT cihazı salınlı yüklemeye altında sonuçların değerlendirilmesi amacıyla test edilmiş ve sonuçlar tekrarlanabilirlik ve rasyonellik açısından tekrarlanmıştır. önceki sonuçlara uygunluk.

## 2. ARAŞTIRMANIN ARKA PLANI

Üstyapı katmanları arasındaki kesme dayanımını değerlendirmek için birçok araştırma yapılmıştır ve bunlardan yalnızca birkaçı, salınlı numuneye yüklemeyi mümkün kılmıştır. Almanya'da 1970'lerin sonlarında Collop, kesme yer değiştirmesini dakikada 50 milimetre hızla değiştirebilen çok basit bir makine olan Leutner Kesme Deneyi'ni geliştirdi. Deneylerini silindirik numuneler üzerinde yapan makine, kesme kuvvetini ölçtü. Numuneye hiçbir dikey yük uygulanmadı ve toplam kayma gerilimi-yer değiştirme oranı, iki değişkenli nispi bir artış gösterdi. (Collop A., 2004)

2004 yılında, Raab ve diğerleri, cihazı kendi değerlendirmeleri için kullandılar (2004, C. Raab, Vaitkus ve diğerleri. Geogrid yaklaşık %20 ila %50 oranında azaltılmıştır. (2012, Vaitkus .

2014 yılında Jaskula tarafından bu cihazla yapılan deneylere dayanarak, tektonik tipinin değiştirilmesinin üstyapı katmanları arasındaki kesme mukavemeti miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Jaskula, 2014).

LPDS adı verilen 1 cihazda değişikliklerle 2004 yılında Leutner cihazı Raab ve diğerleri, Collop ve diğerleri dahil olmak üzere bazı araştırmacılar tarafından yeniden adlandırılmıştır. Santagata ve ark. Ana değişiklik, iki çene arasındaki 2 mm'lik mesafenin dikkate alınmasıydı. Bu uzaklık, numunedeki kesme kırılma bölgesinin numunede seçici olarak meydana gelmesine izin vermiş ve ayrıca laboratuvar koşulları ile gerçek koşullar arasında daha fazla benzerlik sağlamıştır (Collop A.C., (Raab C. P., 2004 b). (2009), 2012, Santagata.(İki çene arasında 5 mm mesafe bulunan başka bir cihaz da modifiye Leutner olarak bilinir (2009, C.A. Collop.).

Miro'nun 2006 yılında kullandığı ekipmana LCB adı verildi. Bu cihaz, numunenin yatay olarak yerleştirildiği ve katmanlardan birinin cihazın hareketli çenesinin içinde, diğerinin ise sabit çenenin içinde sıkıca olacağı şekilde doğrudan kesmeye benzer kesme koşullarını sağlamıştır. Katmanlar arasındaki alanda meydana gelen kesme ve 5

mm'lik bir mesafe, eğilme gerilmelerini önlemek için pratik olarak çene kenarı katmanlarının birleşim yeri arasına yerleştirildi (R Miró, 2006).

2005 yılında Gubler ve diğerleri, ıslak ve kuru koşullarda kesme mukavemeti miktarını ölçebilen bir cihaz geliştirdi. Bu makine, eşit yükleme veya salınım ile ıslak ve kuru koşullarda asfaltın kesme mukavemetini test etme yeteneğine sahiptir. Asfalt nemi bozulmasının değerlendirilmesinde başlangıçta 2 dolaylı çekme testinin (IDT) rakibi olarak kabul edilen bu test, açık taneli karışımların değerlendirilmesinde de çok iyi sonuçlar göstermiştir (Gu, 2005). CAST testi için Solkov ve diğerleri tarafından çoklu bir model geliştirilmiştir (Sokolov, 2005).

2011 yılında, üstyapı katmanları arasındaki kesme bağlantısının üstyapının düşey deformasyon miktarı üzerindeki etkisini değerlendirmek için CAST cihazı ile bir test kullanılmıştır. "3 tamamen bağlı" ve "4 katmanın tam ayrılması" olmak üzere iki sınır modu temelinde gerçekleştirilen bu deney seti, LPDS ile deneyin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmanın en önemli sonuçlarından biri, farklı üstyapı katmanları arasındaki kesme sürekliliği miktarı üzerinde sıcaklığın çok büyük etkisidir. Bu üstyapı araştırmalarına dayanarak, Kim ve diğerleri Converts (2011, Kim).

Yukarıdakilere ek olarak, Witt, 2007 yılında, numunelerin dikey yük altında dikey olarak eğimli olduğu bir cihaz tasarladı. Bu durumda, kesme ve düşey gerilmeler birlikte çalışır ve numunenin açısı 0'dan 45 dereceye değiştirilerek her birinin değeri değiştirilebilir.

Benzer bir cihaz 2013 yılında Diandria ve diğerleri, Called SHSTM tarafından geliştirilmiştir. Araştırmasında, bu cihaz asfalt numunelerine kesme salınım yüklemesi uygulamak için kullanılmış ve buna dayalı olarak UTM cihazının LVDT yer değiştirme eğrisi elde edilmiş ve son olarak buna dayalı olarak salınımlı yükleme altındaki tabaka arasındaki davranış denklemi elde edilmiştir. sunuldu. , Andrea'D).

i-A1, numuneye hem kesme hem de dikey yükü aynı anda ve hatta dalgalı bir şekilde uygulayan bir cihaz tasarladı. Bu cihaz, silindirik beton ve asfalt tabakalarının bağlanmasını değerlendirmek için kullanıldı. Kayma yükü ekseninden sapma nedeniyle ankrajın bükülmesinin etkileri U-şekilli bir kol ile sağlanmıştır (Leng Z., 2008)

Benzer bir cihaz 2015 yılında Zofka ve diğerleri tarafından tanıtıldı ve AST olarak adlandırıldı. Bu cihaz kullanılarak deneyler, sıcaklık odası olmayan (ortam sıcaklığında) ve 1 dak/mm yükleme hızında ve 3 kN dikey yükte gerçekleştirilmiştir. Numune üzerindeki düşey yükü sabit tutmak için, yayın büzülmesi ile yükün artması ve numune genişlerse uygulanan yük miktarında hafif bir azalma olacak şekilde vidalı ve yaylı yükleme sistemi kullanılmıştır. örnek gözlemlendi..A Zofka (.2015)

Kaldırım katmanları arasındaki gücü değerlendiren LISST adlı deneysel bir biyografi geliştirdi. Bu makine, önceki düz kesme makinelerinden çok farklı olmayan sabit bir çerçeve ve hareketli bir çerçeveden oluşur. Bae (2010., A. A. Katman arasındaki teğet modülü ve katman arasındaki maksimum kesme gerilimi (2010., A)

2005 yılında Consterry, gerçek koşullar altında yükü simüle edebilen bir kesme kutusu olan Ancona Section 8 Research and Analysis Instrument (ASTRA) adlı bir cihaz kullanarak katmanlar arasındaki kesme mukavemetini ölçtü. tamamen serbest sınırlarla ayrılmış iki yarım kutuya yerleştirilmiş (2005, F Canestrari.) Bu makine zemin mekaniğinde kullanılan düz kesme makinesine çok benzer. cihazın iki buçuk kutusu ile arayüz kesme gerilimi uygulamak mümkündür C. G Ferrotti (2012)

2005 yılında araştırmalarına devam eden Consterry, kaplamayı asfalt kaplamaya bağlamak için kullanılan tektin kesme davranışına sıcaklığın etkisini araştırdı. Bu araştırmada

Deneysel olarak yapılan deneyler, iki tabakalı numuneler üzerinde tabakalar arasındaki alanın kırılma özellikleri, farklı sıcaklıklardaki farklı düşey yükler üzerinde yapılmıştır.

Asfalt uygulaması ve katlar arası kesim miktarı cihaz tarafından yapılmıştır. (Canestrari & E., 2005) ASTRA cihazı [ASTRA], 2012 yılında Ferrotti tarafından yürütülen deneylerin yanı sıra Pasquini tarafından yapılan araştırmalar da dahil olmak üzere birçok araştırmacı tarafından birçok çalışmada kullanılmıştır. Pasquini, 2012).

2008'de Dayasteh, üç katmanlı numunelere ve Çift kesme testine dayalı deneyler yaptı. Bu araştırma salınımlı yüklemeye kullanılarak yapılmıştır. Araştırmacılar, başlangıçtaki rijitliği %50 azaltmak için gereken yük miktarı olarak kesme kopması kriterini dikkate almışlardır.

2010 yılında, Zamora ve diğerleri, iki asfalt tabakası arasına geosentetik yerleştirmeye ve yüzeyde kesme testine izin veren üstyapı katmanları arasındaki kesme mukavemetini değerlendirmek için bir deney tasarladı Geosentetik gömme olmadan Geosentetik gömme - Zamora (Barraza, 2010).

Zamora tarafından gerçekleştirilen deneylerde üç tip geogrid ve iki tip geotekstil değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada İspanya'da iki tür tekke yaygındır (Zamora-Barraza, 2010).

Zamora'nın önerdiği yöntemin olumlu noktalarından biri, numuneden elde edilen son gerilmenin, elde edilen ortalama kesme gerilmesi miktarı ile sadece bir deney yapmak için 2'ye bölünebilen, orta tabakanın kenarlarındaki toplam kesme gerilmesi olmasıdır. iki deneyden 2010, Barraza-Zamora.

Daha önceki araştırmalara dayanarak, kaplama katmanları arasındaki kesme mukavemetini değerlendirebilen cihazlar geniş bir aralık oluşturur ve bunlardan yalnızca az sayıda cihaz, sıcaklığı korurken hem salınımlı yüklemeye hem de dikey yüklemeye uygulama yeteneğine sahiptir. Zofka tarafından icat edilen cihaz.

Buna dayanarak, bu araştırmanın amaçları şu şekilde tanımlanmıştır:

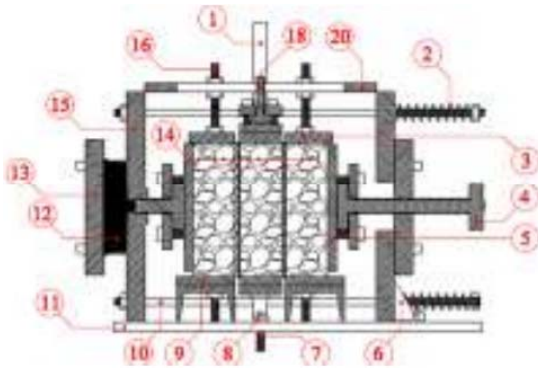
A: SLT-AUT cihazının tasarımı ve yapımı, dikey yüklemeye ve hassas sıcaklık kontrolü ile birlikte salınımlı kesme yüklemeye uygulamak mümkün olacak şekilde.

B: Grafiklerin formunun, Diakhte gibi araştırmacılar tarafından daha önce değerlendirilenlere ne derece uyduğunu ölçmek.

C: Deneylerin tekrarlanabilirliğini kontrol edin

### 3. KATMANLAR ARASINDAKİ KESME MUKAVEMETİNİ ÖLÇMEK İÇİN KULLANILAN CİHAZ

Ülkede üniform yüklemeye ve salınım altında asfalt tabakaları arasındaki kesme dayanımını ölçebilen bir cihaz bulunmaması nedeniyle, binaya "kaldırım katmanları arasında kesme dayanımı ölçüm cihazı" adı verilen bir cihaz takviye edilmiştir. Amirkabir Teknoloji Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, araştırma ekibi ve Amirkabir Teknoloji Üniversitesi mülkiyetinde inşa edilmiş ve tescil edilmiştir (Nouri, A., Moghadasnejad ve F. Khodaei, A. (2014) Dikey yüklemeye bölümü makineden ayrılarak ve iki adet manuel ayar vidası ile makineye bağlanarak numune konumunu ayarlamak ve katmanlara yüklemeye doğru bir şekilde uygulamak mümkündür.



Şekil 1. Asfalt kaplama katmanları arasındaki kesme mukavemeti ölçüm cihazının boyuna kesmesi.

Ayrıca makine kapağının takılması nedeniyle numune katmanları arasındaki yerden çok hassas bir şekilde kesilir ve ölçülen değerin katmanları arasındaki bölümden kesme dayanımı sonucu olduğu güvencesini sağlar.

UTM kamu yükleme makinesinin (çoğu üniversitede mevcuttur) kullanılması nedeniyle, makine, kesme yükleme ve ölçüm sisteminin makinenin kendisinde kurulu olduğu benzer ekipmanın onda birine eşdeğer bir maliyetle yapılabilir. kesme mukavemeti ölçümü cihaz tarafından sağlanmaktadır. Bu, kurum içi araştırmacılara çok daha düşük bir maliyetle daha verimli olma fırsatı verir.

Bu cihazı kullanmak için içerisine numuneyi koyup 25-UTM genel test cihazının muhafazasının içine cihazı yerleştirmek ve yükleme çubuğunu cihaza bağlamak yeterlidir. Cihaz Şekil 2'de gösterilmektedir.

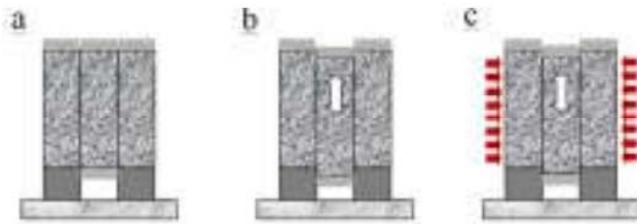
Daha sonra sıcaklık ayarlanır ve cihazın dikey yükleme vidası döndürülerek dikey yükün uygulanması için vidanın arkasındaki plaka ve ardından cihazın yükleme yayları hareket eder ve yaylar geri çekilir ve dikey yük istenilen miktara ulaşır. Unutulmamalıdır ki, bu belgeselin tamamındaki düşey yük, asfalt kaplama üzerine düşey olarak uygulanan, UTM makinesi tarafından simüle edilmesi için numunelerin bir derece döndürüldüğü ve düşey olarak uygulanan yüküdür. kaldırımında Bu deneyde numune üzerine yatay olarak yerleştirilir.)



Şekil 2. Kaplama katmanları arasındaki kesme mukavemeti ölçüm cihazının görünümü

#### 4. SALINIMLI YÜKLEME ALTINDA KESME MUKAVEMETİ SONUÇLARININ KONTROLÜ

Salınımlı yükleme altında cihazın performansını değerlendirmek için numunenin hareketli kısmı UTM cihazının yükleme kolu tarafından salınımlı yüklemeye tabi tutulmuştur. Bu süreç şematik olarak Şekil 3'te gösterilmiştir. Daha önce yapılan araştırmaların verilerinde bu deneyin kesin sonuçlarının elde edilememesi ve sadece grafiğin sunulması nedeniyle, grafik formunun deneylerin formuna benzerliği doğrulanmış ve ardından sonuçların karşılaştırılması yapılmıştır. deney tekrarlandı. yerleştirildi.



Şekil 3. Salınımlı yükleme altında iki yönlü kesme testinin nasıl gerçekleştirileceğini gösteren şema

Bu tip yüklemeye adından da anlaşılacağı gibi salınımlı bir şekilde yükleme yapılır. Bu deneyde yükleme yarı sinüzoidal olup, cihazın çalışmasını test etmek için 1 Hz frekans ve 4 kN yük miktarı kullanılmıştır. Her adımda tabakalar arasındaki kayma rijitliği miktarı formül (1) temel alınarak elde edilmiştir. Bu formülde  $F_k$  orta tabakaya uygulanan kuvvet miktarıdır ve  $d_k$  numunenin orta tabakasının yer değiştirme miktarıdır.

$$K_s = \frac{L \times F_k}{A \times d_k} \quad (1)$$

Her 250 milisaniyede bir veri toplandı ve bu aralıkta uygulanan kuvvet miktarı kullanılarak çıkarıldı. Ks miktarı, S, ilk K'ye göre kabul edildi ve belirtilen düşme yüzdelerinin her birine ulaşmak için gereken yükleme frekansı, yükleme sayısına karşı sertlik düşüşünü tahmin etme olasılığını sağlamak için hesaplandı (Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterildiği gibi). başlangıç sertliğinde herhangi bir düşüş miktarı için bitümsüz numuneler Tablo 1'de, 0,6 m/kg bitümlü numune için başlangıç sertliğinde 2 azalma için gereken yük sayısı Tablo 2'de sunulmuştur. Bu iki tabloda, Anderson Darling yöntemi ile yapılan normallik testi ve ayrıca ANOVA yöntemi ile tekrarlanabilirlik testi ile birlikte ortalama değerler ve varyasyon katsayısı sunulmaktadır.

Deneyin tekrarlanabilirliğinin yanı sıra Diakhate tarafından gerçekleştirilen deneylerin grafikleri de incelenmiştir. Örneklerdeki farklılıklar nedeniyle, mevcut araştırma ile Diakhate'nin yaptığı araştırmayı eşleştirmek mümkün olmamıştır. Ancak diyagramların şekli ve süreçleri Diakhate tarafından sağlanan diyagramlara benzer. (Diakhate, 2007)

Mevcut çalışmadan elde edilen grafikler Şekil 5 ve Şekil 6'da sunulmaktadır. Bu diyagramlardan da görüleceği gibi, deneysel grafiklerin ana şekli, üç ana bölümden oluşacak şekildedir. Deneyin başlangıcında ve ilk aşamada, kapalıların deformasyonu genellikle sıkıştırma ve asfalt karışımındaki boş alan yüzdesindeki değişimden kaynaklanmaktadır.

İkinci bölümde, karışımın sertliğindeki azalma hemen hemen eşit olarak gerçekleşir ve son olarak üçüncü aşamada numunenin sertliği ciddi şekilde azalır. Bu araştırmada sunulan grafikler, önceki araştırmacılar tarafından çizilen grafiklere tamamen benzerdir, diğer araştırmacılar mevcut değildir. (Diakhate, 2007) Önceki araştırmalardaki genel varsayıma göre, tabakalar arasındaki kayma kırılması için gereken tekrar sayısı, ilk kesme sertliğinde %50'lik bir azalma için gereken tekrar sayısına eşittir. (Diakhate, 2006). Bu araştırmada, Nf kısaltması, başarısızlık için gereken sayıyı belirtmek için kullanılmıştır.



Şekil 4. Diakhate ve diğerleri tarafından elde edilen bir grafik örneği (Diakhate, 2007)

çıkarm	ANOV A (P- value)	çıkarm	Anderson Darling PValue	değişim katsayısı	Nahraf standardı	ortalama	2	2	1	Grup numarası
							Tekrar numarası 3	Tekrar numarası 2	Tekrar numarası 1	Tekrar numarası
Yeniden üretilebilirlik	0.9	normal	0.536	3.19	0.02	0.51	0.492	0.524	0.512	İlk zorluk (GPa)
Yeniden üretilebilirlik	0.82	normal	0.334	2.94	12.49	425	439	415	421	Düşmek için gereken süre sayısı 10%
Yeniden üretilebilirlik	0.42	normal	0.528	2.17	96.09	4437.67	4541	4421	4351	Düşmek için gereken süre sayısı 30%
Yeniden üretilebilirlik	0.9	normal	0.627	1.34	95.54	7121	7215	7024	7124	Düşmek için gereken süre sayısı 50%
Yeniden üretilebilirlik	0.41	normal	0.553	1.13	95.77	8454	8352	8452	8542	Düşmek için gereken süre sayısı 70%
Yeniden üretilebilirlik	0.8	normal	0.330	0.73	65.09	8931	8858	8983	8952	Düşmek için gereken süre sayısı 90%

Tablo 1. Bitümsüz yükleme altında tekrarlanan kesme mukavemeti testinin sonuçları



çıkarm	ANOVA (P-value)	çıkarm	Anderson Darling PValue	değişim katsayısı	Nahraf standardı	ortalama	3	4	1	Grup numarası
							Tekrar numarası 2	Tekrar numarası 2	Tekra r numar ası 1	Tekrar numarası
Yeniden üretilebilirlik	0.141		0.300	3.65	0.03	0.75	0.756	0.768	0.716	İlk zorluk (GPa)
Yeniden üretilebilirlik	0.190		0.428	16.49	95.42	578.67	554	498	684	Düşmek için gereken süre sayısı 10%
Yeniden üretilebilirlik	0.445		0.507	3.4	128.98	3798	3824	3658	3912	Düşmek için gereken süre sayısı 30%
Yeniden üretilebilirlik	0.304		0.620	5.05	442.46	8768.67	8792	9199	8315	Düşmek için gereken süre sayısı 50%
Yeniden üretilebilirlik	0.567		0.200	2.44	257.16	10551.67	10445	10845	10365	Düşmek için gereken süre sayısı 70%
Yeniden üretilebilirlik	0.611		0.119	1.68	88.08	11203.33	10987	11295	11328	Düşmek için gereken süre sayısı 90%

Tablo 2. 0,6 kg / m2 kene değeri ile yük altında kesme mukavemeti testinin tekrarlanması sonuçları

## 5. SONUÇ

Laboratuvar verileri üzerinde yapılan deneyler ve istatistiksel analizlerden elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmektedir:

C: SLT-AUT makinesi, önceki araştırmaların sonuçlarıyla tutarlı sonuçlar sunar ve bu makine tarafından elde edilen ilk kesme sertliği diyagramları, Diakesteh tarafından gerçekleştirilen araştırmadan elde edilen verilere çok benzer.

B: Bu diyagramlarda, deneyin başlangıcında ve ilk aşamada, kapanımların deformasyonunun genellikle sıkıştırma ve asfalt karışımındaki boş alan yüzdesindeki değişimden kaynaklanan üç ana aşama gözlenmektedir. İkinci bölümde, karışımın sertlik miktarındaki azalma hemen hemen eşit olarak gerçekleşir ve son olarak üçüncü aşamada numunenin sertliği ciddi şekilde azalır.

C: Deneyin tekrarı, deneylerin tekrarlanan grafiklerinin uygunluğunu gösterir ve grafiklerin uygunluğuna ek olarak deneylerin tekrarlanabilirliği de varyans analizi testi kullanılarak kanıtlanmıştır. -P değerinin 0,05'ten büyük olması, farklılıkların anlamlı olduğu varsayımının istatistiksel olarak anlamsız olduğunu ve bu nedenle incelenen noktalarda grafiklerdeki farklılıkların anlamsız olduğunu göstermektedir.

D: Yukarıdakilere dayanarak, SLT-AUT cihazı ile yapılan deney, geosentetiklerle güçlendirilmiş üstyapı numunelerinde kesme rijitliği kaybı değerlerini bulmak için tekrarlanabilir ve güvenilir bir deney olarak kullanılabilir.

## KAYNAKÇA

- 1.Layer-Parallel Direct Shear
- 2.Indirect tensile test
- 3.Fully bonded
- 4.No-bonding
- 5.Sapienza Horizontal Shear Test
- 6.Advanced shear test
- 7.Interlayer Shear Strength Tester
- 8.Ancona Shear Testing Research and Analysis
- 9.Amirkabir university of technology shear laboratory test