

Anatomi Eğitiminde Primer Eğitim Materyali Olan Kadavrada Tahnit Modelleri*

Nuri FİDAN¹, Aymelek ÇETİN²

(Geliş Tarihi/Received: 12.02.2025; Kabul Tarihi/Accepted: 15.03.2025)

Özet

Amaç: Kadavranın normal doku ve yapısını korumak amacıyla, uygun teknik ve yöntemle fiksatifler verilerek fikse edilmesi işlemine tahnit denilmektedir. Bu çalışma ile Anatomi eğitiminde tartışmasız bir yeri olan, primer eğitim materyali kadavrada farklı tahnit modellerini güncel olarak vurgulamaktır.

Yöntem: Formaldehit iyi bir fiksatifdir, yıllar boyunca ve günümüzde de yalnız veya değişik formülasyonlar içerisinde kullanılmaktadır. Kadavra tahnitinde; Laskowski Cenevre tespit solüsyonu formülasyonu, Spence'in kadavra tespit sıvısı bileşimi, Norville'nin kadavra tespit sıvısı bileşimi, Erskine'in kadavra tespit sıvısı bileşimi, Kinnamon'un kadavra tespit sıvısı bileşimi ve saklama solüsyonu bileşimi, Larssen solüsyonu'nun orjinal kompozisyonu dahil olmak üzere birçok farklı teknikler/modeller yanında Modifiye edilmiş Larssen solüsyonu bileşimi, Doymuş Tuzlu su, Alkid reçine, Thiel solüsyonu, Logan solüsyonu, Modifiye Logan solüsyonu, Genelyn solüsyonu, Etanol-Gliserin Metodu gibi birçok farklı teknikler de kullanılmaktadır. Kadavra tahnit işleminde solüsyonlar genellikle a. femoralis ve a. carotis communis' ten enjekte edilebilmekle birlikte başka arterlerden de yapılabilir. Tespiti yapılmış kadavra formol veya asit fenik (fenol) havuzlarında muhafaza edilebilmektedir. Ayrıca kadavradan standart plastinasyon yöntemiyle de plastinatlar elde edilebilmektedir.

Bulgular: Kadavra tahnit tekniğinde/modelinde Formaldehit, Fenol, Timol, Gliserin ve Etanol gibi farklı kimyasalların değişik formülasyonları kullanılmaya devam etmektedir. Bu formülasyonların yanı sıra günümüzde yaygın olarak Thiel, Larssen, Modifiye Larssen, Logan, Etanol-gliserin, Genelyn solüsyonu, Doymuş tuzlu su ile Alkid reçine metodu kadavra tespitinde kullanılmaktadır. Plastinasyon yönteminde plastine olan örneklerin şekillerini koruduğu ve bu yöntemde Ksilol de kullanılmışsa plastine örneklerin hafif ve esnek bir yapı kazandığı görülmüştür.

Sonuç: Kadavra tahnit tekniğinde/modelinde azalan oranlarda da olsa başta formaldehit olmak üzere birçok farklı kimyasalların yalnız ya da değişik kombinasyonları kullanılmaya devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Anatomi, Kadavra, Tahnit, Tespit

Cadaver Embalming Models as Primary Education Material in Anatomy Education

Abstract

Objective: The process of fixing the cadaver by giving fixatives with appropriate technique and method in order to preserve its normal tissue and structure is called embalming. This study aims to emphasize the different embalming models in cadavers, which have an indisputable place in anatomy education and are primary educational materials.

Methods: Formaldehyde is a good fixative, and has been used alone or in different formulations for years and today. In cadaver embalming; many different techniques/models including Laskowski Geneva fixation solution formulation, Spence's cadaver fixation fluid composition, Norville's cadaver fixation fluid composition, Erskine's cadaver fixation fluid composition, Kinnamon's cadaver fixation fluid composition and storage solution composition, original composition of Larssen solution, as well as many different techniques such as Modified Larssen solution composition, Saline, Alkyd Resin, Thiel solution, Logan solution, Modified Logan solution, Genelyn solution, Ethanol-Glycerin Method are also used. In cadaver embalming, solutions are generally injected from the femoral artery and common carotid artery, but can also be administered from other arteries. Fixed cadavers can be

¹ Dr., İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı. E-posta: vetfidan78@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2970-8681 (Sorumlu yazar)

² Dr. Öğr. Üyesi., İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Bölümü Anatomi Anabilim Dalı. E-posta: aymelek.cetin62@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4645-2059

* Bu çalışma çevrimiçi olarak gerçekleşen 21. Ulusal Anatomi Kongresinde poster bildiri özeti olarak kabul edilmiş, çevrimiçi sözlü olarak sunulmuştur.

preserved in formalin or acid carotene (phenol) pools. Additionally, plastinates can be obtained from cadavers using the standard plastination method.

Results: Various formulations of different chemicals such as formaldehyde, phenol, thymol, glycerin and ethanol continue to be used in the cadaver embalming technique/model. In addition to these formulations, Thiel, Larsen, Modified Larsen, Logan, Ethanol-Glycerin, Genelyn solution, Saline liquid solutions and alkyd resin method are widely used in cadaver detection. It has been observed that the plastinated samples in the plastination method retain their shape and if xylol is also used in this method, the plastinated samples gain a light and flexible structure.

Conclusion: Many different chemicals, primarily formaldehyde, continue to be used alone or in various combinations in the cadaver embalming technique/model, albeit at decreasing rates.

Keywords: Anatomy, Cadaver, Embalming, Fixation

GİRİŞ

Anatomi temel ve pratik eğitimi, 21. yüzyıl modern çağında tıp ve teknolojinin gelişimiyle maketler, üç boyutlu anatomik modellemeler, atlaslar, bilgisayar programları ve kadvralar ile gerçekleştirilmektedir. Günümüzde her ne kadar çok çeşitli eğitim materyalleri olsada kadavra, Anatomi eğitiminde primer eğitim materyali olarak güncelliğini korumaktadır. Kadavra, canlılığını kaybetmiş insan veya hayvan vücuduna denilmektedir (Balta vd., 2015; Domagala vd., 2024; Ekiz ve Demiraslan, 2018; Erbay vd., 2015; Hammer vd., 2015; Wijaya vd., 2021). Tıp fakültesi ve sağlık bilimleri öğrencilerinin ölümle büyük çoğunlukla ilk karşılaşmaları kadavra ile olmaktadır ve bu etki hayat boyu hafızalarında canlı kalabilmektedir. Kadavra ile öğrencilerin hem ilerideki meslek yaşamında karşılaşabileceği durum görülmüş, hem de mesleki olarak üzerinde pratik eğitim ile insan vücudunun makroskobik olarak öğrenilmesi, araştırılması ve cerrahi deneyimler elde edilmesi imkanı bulunmuş olmaktadır (Canbolat ve Şenol, 2019; Ekiz ve Demiraslan, 2018; Kara vd., 2012). Kadavra üzerinde eğitim, cerrahi teknik ve uygulama amaçlı olarak tüm bedende ya da bedenin bir bölümünde diseksiyon yapılarak, anatomik yapıların makroskobik olarak ortaya çıkarılması sağlanmış olur. Kadavra diseksiyon uygulamaları ilk olarak Antik Yunan döneminde başlamış, ardından sonraki dönemlerde devam ettirilmeye çalışılmış fakat zaman zaman ciddi engellemelerle karşılaşmış olsa da verilen izinlerle devam ettirilmiştir. Ancak kadvranın ölümden sonraki son şeklinin tahnit işlemi yapılamaması nedeniyle muhafaza edilememesi diseksiyonu zorlaştırmış ve tıp eğitiminde kullanılamaz kılmıştır (Aziz vd., 2002; Ekiz ve Demiraslan, 2018; Erbay vd., 2015; Taşkın vd., 2019; Ulucam vd., 2003; Yavuz vd., 2017). Kadavrayı bozulmadan koruyarak muhafaza etmek ve hastalık bulaşmasını engellemek için kullanılan ilk yöntemlerden biri olan mumyalama, eski mısırlılar döneminde (M.Ö. 3000-2000 yılları arası) kullanılmaya başlanmış ve 17. yüzyıla kadar kullanımı devam etmiştir. Rönesans döneminde tahnit yalnızca uzmanlar tarafından ve asgari düzeyde yapılmış, daha sonraki tıp ve bilimsel gelişmeler modern tahnit tekniklerinin gelişmesine yol açmıştır. Leonardo da Vinci (1452-1519) insan vücudunun diseksiyonu sonucu yüzlerce anatomik yapı örnekleri elde etmiştir. Hollandalı bir anatomist olan Dr. Frederick Ruysch (1665-1717), tekniği bilinmeyen hazırlanmış bir koruyucu kimyasal solüsyonu kan damarlarına enjekte ederek, tahnit yapan ilk insan olduğuna inanılmaktadır. Dr. William Hunter (1718-1783) ise, arteriyel enjeksiyonu bir koruma aracı olarak başarılı bir şekilde benimseyen ilk kişi olarak kabul edilir. 1867'de Alman kimyager August Wilhelm von Hofman, koruyucu özellikleri olduğunu kısa sürede keşfettiği formaldehit ile modern tahnit yönteminin temelini atmıştır. 1861 yılında Amerikan iç savaşı sırasında başladığına inanılan, cenaze törenine kadar kadavrayı muhafaza etmek için tahnit uygulaması yapılmıştır. Bu iç savaş döneminde tahnit için arsenik, kreozot, civa, terebentin ve çeşitli alkol formlarının geniş bir kombinasyonu denendi. Yaklaşık 4000 prosedür gerçekleştirdiği söylenen Thomas Holmes, savaşın patlak vermesiyle 'zehirsiz' bir sıvı geliştirmişti. Arsenik bazlı çözeltiler, genel olarak ilk tahnit sıvısı kabul edilsede, 19. ve 20. yüzyılın başlarında arsenik sıklıkla bir fiksatif sıvısı olarak kullanıldı, ancak daha sonra yerini formaldehit almıştır. Cenaze

törenleri için tahniti gerçekleştirenlerin asıl kaygısı, kadavranın dış görünüşü, dokunun korunması ve olası enfeksiyon risklerini azaltmak için vücudun sterilize edilmesidir. Tahnit işlemi ile törende, halk için herhangi bir enfeksiyon olasılığını azaltmak ve sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak amaçlanır. Formolun (formaldehit) bulunması ile kadavra tespiti, modern tekniğin ilk basamağı olmuş ve tahnit işlemi, kadvralara formol verilerek tespit edilmesi ve soğuk hava depolarında muhafaza edilmesi olarak tanımlanmıştır. Günümüz modern tıp dünyasında ise; kadavranın normal doku ve yapısını korumak amacıyla, kadvraya uygun teknik ve yöntemle fiksatifler verilerek tüm vücut dokularının fikse (tespit) edilmesi, uzun süre putrifikasyona ve doku bütünlüğünün bozulmasına karşı muhafaza edilmesi işlemine tahnit denilmektedir (Balta vd., 2015; Brenner, 2014; Ekiz ve Demiraslan, 2018; Ezugworie vd., 2009; Taşkın vd., 2019; Turamanlar ve Uluçam, 2016). Bu çalışma ile Anatomi eğitiminde güncelliğini koruyan primer eğitim materyali kadavranın, farklı tahnit modellerini güncel olarak vurgulamak amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Formaldehitin Alexendar Butlerow tarafından keşfinden sonra, Alman kimyacı August Wilhelm von Hofman metanolden formaldehit üretmenin yöntemini belirlemiştir. Ferdinand Blum tarafından formaldehitin doku fiksasyonu amacıyla ilk olarak kullanılmaya başlanması ile modern tahnit tekniğinde/modelinde çığır açılmıştır. Formaldehit iyi bir fiksatif olmakla birlikte formaldehit ile tahnit edilmiş kadvrada zamanla kuruma oluşması, tahnit işlemi sırasında ve diseksiyon sırasında ağızda, solunum yollarında, gözlerde tahriş edici olumsuzluklar oluşturması ve kanserojen özelliğinin bilinmeye başlaması araştırmacıları yeni fiksatif araştırmalarına sevk etmiştir. Bunun için Laskowski kadvrayı kurumadan korumak amaçlı gliserin ve saklamak için ise fenolden oluşan Cenevre tespit solüsyonu formülasyonu geliştirmiş, 19. yüzyılda kullanılmıştır (Beger vd., 2020; Burns vd., 2018; Ekiz ve Demiraslan, 2018; Karacan vd., 2017). Bunlarla birlikte Spence'in kadavra tespit sıvısı bileşimi, Norville'nin kadavra tespit sıvısı bileşimi, Erskine'in kadavra tespit sıvısı bileşimi, Kinnamon'un kadavra tespit sıvısı bileşimi, Kinnamon'un kadavra saklama solüsyon bileşimi ve Larssen solüsyonu'nun orjinal kompozisyonu dahil olmak üzere birçok kimyasal formülasyonlarla Modifiye edilmiş Larssen solüsyonu bileşimi, Doymuş Tuzlu su, Alkid reçine, Thiel solüsyonu, Logan solüsyonu, Modifiye Logan solüsyonu, Etanol-Gliserin Metodu gibi birçok kimyasal formülasyonlarla farklı tahnit teknikleri geliştirilmiştir (Brenner, 2014; Ekiz ve Demiraslan, 2018; Hammer vd., 2015; Karacan vd., 2017). Eğitim ve cerrahi deneyim için Thiel tahnit tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır fakat bu teknikte beyinde istenmeyen yumuşama oluşmaktadır. Thiel tekniğinde ek olarak intraserebral ventriküler formalin enjeksiyonu kullanılarak beyinde cerrahi uygulama için ideal tahnit sağlanabilmektedir (Miyake vd., 2020). Avustralya merkezli bir kuruluş tarafından tahnit için Genelyn adında yeni bir formülasyon geliştirilmiştir. Literatürde bildirilen Genelyn çözeltisinin bazı bileşenleri Formaldehit, metanol ve 2-butoksietanoldür (Kaliappan vd., 2023). Kadavra tahnit işleminde solüsyonlar genellikle a. femoralis ve a. carotis communis'ten enjekte edilebilmekle birlikte başka arterlerden de yapılabilir. (Canbolat ve Şenol, 2019; Taşkın vd., 2019). Bazı araştırmacılar tahnit işleminde femoral giriş tekniği ile a. femoralis'e ulaşmanın, servikal bölgede

a. carotis communis'e ulaşmaktan daha kolay olduğunu bildirmişler, kazandıkları deneyimi paylaşmışlardır (Domagala vd., 2024). Tespiti yapılmış kadavra formol veya asit fenik (fenol) havuzlarında muhafaza edilebilmektedir. Ayrıca tespiti yapılmış kadavradan standart plastinasyon yöntemiyle de plastinatlar elde edilmiştir (Bilge vd., 2014; Kalanjati vd., 2012).

BULGULAR

Anatomistlerin farklı tahnit tekniklerini/modellerini karşılaştırırken dikkate aldıkları faktörler; kullanılan fiksatifler ve bu fiksatiflerin dokudaki ayrışma hızı ile dokudaki kalitesidir (Balta vd., 2015; Hammer vd., 2015). Kadavra tahnit tekniğinde/modelinde formaldehit, fenol, timol, gliserin ve etanol gibi farklı kimyasalların değişik formülasyonları kullanılmaya devam etmektedir. Bu formülasyonların yanı sıra günümüzde yaygın olarak Thiel, Larssen, Modifiye Larssen, Logan, Etanol-Gliserin, Doymuş Tuzlu su ile Alkid reçine metodu kullanılmaktadır (Ekiz ve Demiraslan, 2018; Ernesto Ottone vd., 2016; Karacan vd., 2017; Kathapillai, 2019; Taşkın vd., 2019). Thiel tahnit tekniğinde ek olarak intraserebral ventriküler formalin enjeksiyonu ile beyinde tespit edilemeyen miktarlarda beyin omurilik sıvısı ((BOS) boşaldığı, beyin mobilizasyonu ve beyin kadavra cerrahi eğitimi için uygun elastikiyet sağlandığı görülmüştür (Miyake vd., 2020). Genelyn ile tahniti yapılmış kadvraların, cerrahi beceri eğitimi için kullanıma elverişli olduğu, kadvraların kokusu olmadığını ve laparoskopik ameliyatlar için de uygun olduğu, organlarının ve lümen yapılarının gerçek görünümüne eş veya yakın olduğu, daha iyi doku tanımlaması, renk ve organların gerçeğe yakın esnek sağladığı bulunmuş ve ayrıca Genelyn ile tahnit edilmiş kadvraların 4 °C'de saklanabildiği bildirilmiştir (Kaliappan vd., 2023).

Tablo 1. de çeşitli güncel tahnit tekniklerinin/modellerinin avantajları ve dezavantajları verilmiştir (Kaliappan vd., 2023).

S. No.	Tahnit Teknikleri/Modelleri	Avantajlar	Dezavantajlar
1	Genelyn solüsyonu (Balta, Twomey, vd., 2019; Ng vd., 2016; Rajasekhar vd., 2021)	Daha iyi doku tanımlaması, renk ve organların canlıya benzer esnekliği; yeni altyapıya maliyetli bir yatırım gerektirmemesi ve kadvraların uzun süre sıvı içinde bekletilmesine gerek olmaması.	Ölüm ile tahnit arasındaki süre, soğuk muhafaza olmadan altı saatten az ve soğuk muhafaza ile 24 saatten az olmalıdır, aksi takdirde Genelyn ile optimal muhafaza olmaz.
2	Etanol-gliserol-lizoformin tahnit (Ackermann vd., 2021; Wedel vd., 2019)	Basit, uygun maliyetli, risksiz bir yöntemdir ve doku tutarlılığı ile fleksibilite açısından canlıya oldukça yakın sonuçlar oluşturması.	Küçük renk değişikliklerinin gözlenmesi ve organlarda viskozite artışı olduğu bildirilmiştir.
3	Modifiye Larssen solüsyonu (MLS) (Bilge ve Celik, 2017; Celik vd., 2022)	Sürdürülebilir ve nispeten uygun maliyetli olup, dokularda canlıya yakın görünüm sağlar.	Tahnit için daha çok araştırmanın gerekliliği.
4	Imperial College London yumuşak koruma (ICLSP) solüsyonu (Balta, Cryan, ve O'Mahony, 2019)	ICLSP yöntemiyle tahnit edilen kadvraların, canlıya çok benzemesi.	ICLSP solüsyonu ile tahnit edildikten sonra iki ay içinde mikrobiyal üreme olduğu bildirilmiştir.

S. No.	Tahnit Teknikleri/Modelleri	Avantajlar	Dezavantajlar
5	Fenoksietanol bazlı tahnit (Crosado tekniği) (Crosado vd., 2020; Frölich vd., 1984; Wineski ve English, 1989)	Düşük toksisite, renk koruma, doku tutarlılığı daha yumuşak kalması ve daha uygun maliyetli olması.	Tahnit için daha çok araştırmanın gerekliliği.
6	N-Vinil-2-pirolidon (NVP) tahnit (Haizuka vd., 2018; Maruyama vd., 2019; Miyamoto vd., 2022)	Sertlik olmaması, nispeten uygun maliyetli, antikanserijen oluşu, uzun süre koruma sağlaması.	Beyin dokusunda yumuşaklık oluşması.
7	Çinko klorürle tahnit (Goodarzi vd., 2018)	Dokularda fleksibilite ve rengin neredeyse normal düzeyde korunması.	Pahalı oluşu, kompleks bir koruma yöntemi oluşu.
8	Thiel (Ernesto Ottone vd., 2016; Fessel vd., 2011; Gueorguieva vd., 2014; Thiel, 2002)	Formaldehit miktarının düşük olması dolayısıyla toksik etkinin düşük olması, kadavranın yumuşak, fleksible, kokusuz, neredeyse doğal renk görünümünü vermesi, yüksek görüntüleme yeteneğine sahip oluşu.	Maliyetinin yüksek oluşu, hazırlama ve uygulama prosesinin kompleks oluşu, kullanım süresinin kısa olması.
9	Doymuş tuz çözeltisi (Hayashi vd., 2014; Kathapillai, 2019)	Basit, enfeksiyon riski düşük ve nispeten uygun maliyetli bir yöntem.	Tuz nedeniyle metal aşınması oluşturması, bu nedenle metal kaplardan kaçınılması gerekliliği.
10	Glutaraldehit (Pasricha vd., 2020)	Daha kalıcı ve noktasal fiksasyon sağlaması, dokuyu yavaşça korurken kadavrayı bir ay boyunca dondurulabilmesi, böylece daha iyi fiksasyon sağlanırken bozulma riski daha düşük sıcaklık nedeniyle azaltabilmesi.	Nispeten pahalı oluşu.
11	Formaldehitsiz tahnit (Menon vd., 2021)	Sertlik, yapışkanlık ve deformasyon gibi doku profilleri oluşturmasıyla, kadavranın canlıya yakın benzerlik göstermesi.	Tahnit için daha çok araştırmanın gerekliliği.

Tespiti yapılmış kadavradan standart Plastinasyon tekniği kullanılarak elde edilen örneklerin şekillerini koruduğu ve bu yöntemde ksilol de kullanılmışsa plastine örneklerin hafif ve esnek bir yapı kazandığı görülmüştür (Balta vd., 2015; Beger vd., 2020; Bilge vd., 2014; Ekiz ve Demiraslan, 2018).

TARTIŞMA

Anatomistler/tahnit işlemini gerçekleştirenler tahnit tekniklerini seçerken kullanım amaçlarını göz önünde bulundurmalarıdır. Cenaze tahnitinden farklı olarak, anatomik tahnit ile kadavranın uzun süreli korunmasına öncelik verilmiştir. Genelyn, Avustralya merkezli bir kuruluş tarafından geliştirilen yeni bir tahnit tekniğidir. Genelyn ile tahnit edilmiş kadavraların cerrahi uygulama eğitimi için uygun olduğu, kokusu olmadığı, organlarının ve lümen yapılarının gerçek görünümüne sahip olduğu ve 4 °C'de saklanabileceği bildirilmiştir (Balta vd., 2015; Brenner, 2014; Kaliappan vd., 2023; Rajasekhar vd., 2021). Bununla birlikte, Balta ve arkadaşları sadece eklem hareketlerinin aralığını analiz etmek için yaptıkları çalışmada, doku uyumunu, doku düzlemlerinin ayrışmasını ve doku renklerini incelediklerinde Genelyn'in sert bir fiksatif olduğunu bildirmişlerdir. Bu teknikte kadavrada yetersiz doku koruması ve ayrışması olmuşsa, nedenlerinden biri kadavranın soğuk hava deposuna yerleştirilmesindeki gecikmeden kaynaklanıyor olabileceğidir. Ayrıca uygun çözme işleminden sonra, kadavralar Genelyn ile tahnit işlemine tabi tutulmalıdır. Çözdürme süresi kadavranın yapısına ve iklim bölgesine göre değişir. Bu nedenle Genelyn ile idal tahnit için ölüm ve tahnit arasındaki

sürenin soğuk hava deposu olmadan altı saatten az ve soğuk hava deposu ile 24 saatten az olması gerekir (Balta, Twomey, vd., 2019; Kaliappan vd., 2023; Rajasekhar vd., 2021).

1975'te Tutsch, fenol yerine lizoformin ikame eden Etanol-gliserol-lizoformin sıvısı bileşimi geliştirdi. Üreticinin ürün bilgisine göre aromatik bileşiklerden tamamen arındırılmış lizoformin, 100 g'da 6,0 g formaldehit ve 1,8 g glutaraldehit içerir. Literatürde kadavralarda laparoskopik prosedürler için lizoforminin kullanıldığı bildirilmiştir. Thiel tahnit tekniğinde taze dondurulmuş kadavraların laparoskopik cerrahi prosedürleri için mükemmel doku özellikleri ve gerçekçi bir atmosfer sağladığı iyi bilinmektedir. Thiel'inki gibi, Etanol-gliserol-lizoformin fiksasyon yöntemi kullanılarak düşük koku, isteğe bağlı yeniden kullanım ve kolay muhafaza elde edilmiştir. Ayrıca, Thiel'in tahnit prosedürü teknik olarak karmaşık ve çok pahalı kimyasal bileşenlerden oluşmaktadır. Etanol-gliserol-lizoformin fiksasyonu ise nispeten basit ve maliyet açısından uygundur (Ackermann vd., 2021; Kaliappan vd., 2023; Tutsch, 1975).

% 20 Modifiye Larssen Solüsyonu (MLS), 2000 ml distile su, 180 g sodyum klorür, 200 g sodyum bikarbonat, 200 g sodyum sülfat, 200 g kloral hidrat, % 20 formalinden 100 ml ve 400 ml sıvı gliserin içermektedir. Bu formülasyon, ayrıca totalde 5000 ml distile su ile seyreltilmiştir. **%10 Modifiye Larssen Solüsyonu**, benzer şekilde hazırlanmış, ancak %10 formalin ile ve ardından 3000 ml distile su eklenerek oluşturulmuştur. MLS'nin etkinliğini değerlendiren bir çalışmada, **MLS ile tahnitlenmiş kadavralarda kasların, yağ dokusunun, fasyanın, sinirlerin ve damarların renklerinin canlı bir görünüme sahip olduğu, kadavraların kokusuz olduğu ve eklem esnekliğinin iyi olduğu** tespit edilmiştir. Ayrıca, ucuz ekipman ile uygulama sağlanması, **yumuşak doku oluşturması**, anatomistler/araştırmacılar için tercih edilen bir **tahnit tekniği** olarak yerini almıştır. Çelik ve arkadaşları MLS kullanarak transoral endoskopik tiroidektomi vestibüler yaklaşımı için tespit ettikleri kadavralarda, katılımcıların %94,5'i MLS fiksasyonunun kadavralara canlı bir görünüm kazandırdığı görüşünü belirtmiştir. MLS ile fikse edilmiş kadavraların **4,53 yıl boyunca muhafaza edilebildiği ve endoskopik çalışmalarda 6,27 kez tekrar kullanılabilirdiği** bildirilmiştir (Bilge ve Celik, 2017; Celik vd., 2022).

Imperial College London yumuşak koruma (ICLSP) tekniği, **Imperial College London'da** kullanılmakta olup, formalinle tespit edilmek yerine **alkol, su, gliserol ve fenol** bazlı bir yöntemdir (yumuşak koruma). ICL-SP solüsyon yöntemiyle tahnit edilmiş kadavralar **yaklaşık altı ay boyunca** kullanılabilir. Balta ve arkadaşları, **Genelyn, Thiel ve ICL-SP solüsyonlarının etkinliğini karşılaştırmış** ve ICL-SP yöntemiyle tahnitlenen kadavraların eklemlerinin **canlı bireylerin eklemlerine oldukça benzediği** sonucuna varmıştır. Balta ve arkadaşları ayrıca, **ICL-SP solüsyonu ile tahnitlenen kadavralarda iki ay sonra bakteriyel enfeksiyon oluşmaya başladığını**, buna karşın **formalinle tahnitlenen kadavralarda tahnitleme sonrası bakteri gelişimi olmadığını** bildirmiştir. Dolayısıyla bu çalışma ile, **ICL-SP solüsyonunun, tahnit sonrası kadavrada tek başına enfeksiyon riskini koruyamadığı** belirlenmiştir (Balta vd., 2019; Kaliappan vd., 2023).

Etanol, gliserin ve su ana bileşenlerinden oluşan Fenoksietanol (PE) solüsyonu, bakteri ve mantar önleyici etkisinin yanı sıra, renksiz yağlı bir görünüme ve hoş bir kokuya sahip bir glikol eterdir. Özellikle kozmetik ve ilaç endüstrilerinde mantar ve bakteri kontaminasyonunu engellemek için kullanılan yaygın bir koruyucudur ve oldukça ucuzdur. Kadavrada yirmi yılı aşkın kullanım süresinde, fenoksietanol bazlı tahnitin ("Crosado" tekniği) iyi sonuçlar sağladığı kanıtlanmıştır. PE'nin formaldehit ve fenole maruziyeti azaltma kapasitesine sahip olduğunu gösteren çalışmalarda, fenol ve formaldehitin bir kısmının formülasyondan çıkarılmasıyla yumuşak doku esnekliğinin geri kazanılabileceği ileri sürülmüştür. Bu yaklaşımın, diseksiyonun yanı sıra histoloji ve plastinasyon için de uygun olduğu bulunmuştur. Tekniğin ana avantajlarından biri, kullanılan formaldehit miktarını asgariye indirme yeteneğidir. Dokular, uzun süreli kullanımdan sonra bile özelliklerini korur ve toksik kimyasalların kullanımına bir alternatif veya azalma sağlar (Balta vd., 2019; Crosado vd., 2020; Fröllich vd., 1984; Kaliappan vd., 2023; Wineski ve English, 1989)

N-vinil-2-pirolidon (NVP), beş üyeli bir laktam halkası ve bir vinil grubu içeren organik bir bileşiktir. % 100 NVP ve % 0,1 N,N'-dibütil-fenilendiamin içeren koruyucu solüsyonu, vücut ağırlığının % 10'u kadar NVP konsantrasyonu sağlamak üzere seyreltilmiştir. NVP ile tahnitlenen kadavralarda gerçekleştirilen endoskopik transnazal kafa tabanı diseksiyonunda başarılı olduğu ve gerçekçi bir cerrahi alan atmosferine benzer bir ortam sağladığı bildirilmiştir. Yapılan bir çalışmada, formalin ile korunanlara kıyasla NVP ile tespit edilen kadavralarda, diseksiyon sırasında daha geniş bir hareket aralığı olduğu bildirilmiştir. Hipodermiste, deri altı yağ dokusu büyük ölçüde azalmış ve bağ dokularının yarı saydam hâle gelerek damarların, deri sinirlerinin ve bağların net bir şekilde görülebilmesini sağlamıştır. Kadavrada doku esnekliği yeni ölmüş kişilerdekine benzer özellikler göstermiştir. NVP formalin içermez, fiksatif özelliklerine ek olarak bakterisit ve koruyucu özelliklere sahiptir ve ayrıca pahalı ekipman kullanımı gerektirmez. Deneysel fonasyonla ilgili bir çalışmada, NVP ile tahnitlenmiş larynx kullanılarak sesli titreşimlerin başarıyla üretildiği bildirilmiştir. NVP'nin bazı dezavantajları da vardır. Tahnitte NVP konsantrasyonu arttıkça doku esnekliği ters oranda azalmış ve % 20'lik maksimum konsantrasyonda kullanıldığında bile beyin dokusunun diseksiyon için fazla yumuşak hale geldiği görülmüştür (Haizuka vd., 2018; Maruyama vd., 2019; Miyamoto vd., 2022).

Çinko klorürle tahnit tekniği bir çalışmada, dört hayvan örneği, % 40 çinko klorür çözeltisi (bir litre musluk suyunda 400 g), 1 litre gliserin ve 10 litre solüsyon başına 200 g timol ile birleştirilerek tahnit edilmiştir. Üç haftalık bir süre geçtikten sonra gözlemlendiğinde doku kuruması olmadığı, yapılan diseksiyonda, kas dokusu ve eklemlerin hâlâ esnek ve hareketli olduğu görülmüştür. Diseksiyonda atardamarların ve sinirlerin tanımlanmasının kolay olduğu, büyük organların ve kas liflerinin, formalin ile tespit edilmiş örneklerle kıyasla aynı renkte kaldığı bildirilmiştir. Bu teknikte deri ve iç organlarda herhangi bir tuz birikimi görülmemiştir. Araştırmacılar, % 40 çinko klorür solüsyonunun, anatomik örnekleri tahnitleyip koruyabileceği ancak, avantajları yanında pahalı oluşu, kompleks bir koruma yöntemi oluşu dezavantajlarının da olduğunu bildirmiştir (Goodarzi vd., 2018; Kaliappan vd., 2023).

2016 yılında **formaldehitin insan 1B karsinojeni olarak tanımlanmasından sonra, Avrupa Zehirli Kimyasallar Komisyonu**, çalışanların iş yerinde maruz kaldığı **formaldehit miktarını azaltmıştır**. Bunun bir sonucu olarak, Anatomische Gesellschaft (Anatomical Society) **derneği çalışma grubu 2018 yılında, anatomi çalışma merkezlerinde formaldehit kullanımını sınırlamak için önerilerde bulunmuş ve bu önerilerden sonra araştırmacılar yeni tahnit tekniklerine yönelmiştir**. 1990'larda W. Thiel, Thiel tahnit tekniğini geliştirdi. Bu yöntemde, etilen glikol, doku esnekliğini korumak için kullanılırken, enfeksiyondan korumak için 4-kloro-3-metilfenol, borik asit, potasyum nitrat ve amonyum nitrat kullanmıştır (Kaliappan vd., 2023; Thiel, 2002; Waschke vd., 2019). Thiel tahnit tekniğinde formalin içeriği önemli ölçüde azaltılmış olup, nihai konsantrasyonu tüm formülasyonun %0.8'i kadardır. Bu yöntemle rengi, yumuşaklığı ve plastisitesi canlı bir insana benzeyen, tahriş edici olmayan ve neredeyse kokusuz bir ürün ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, eklem hareketliliği ve doku elastikiyeti istenilen seviyede korunarak cerrahi teknikler ve invaziv klinik prosedür eğitimleri için optimal hale getirilmiştir. Thiel tekniğinde kullanılan tuzlar (amonyum nitrat, potasyum nitrat) dokulardaki suyu emmekte ve tuzlarda bulunan nitratlar, kasların kendi ürettiği nitrozomiyoglobinin nedeniyle kaslarda koyu kırmızı bir renk görünümü oluşturmaktadır. Formaldehit ile antiseptik özellikler sağlanmaktadır. Etilen glikol ise dokuların dokusal özelliğini oluşturmaktadır. Thiel tekniğinde enfeksiyon kontrolü için bakteriyolojik testler yapılmış ve test edilen kadavraların hiçbirinde enfeksiyon görülmemiştir (Ernesto Ottone vd., 2016; Kaliappan vd., 2023). Tahnit işleminin ardından kadavralar, yaklaşık altı ay boyunca %3 borik asit, %10 mono-etilen glikol, %10 amonyum nitrat, %5 potasyum nitrat, %7 sodyum sülfid ve %2 formalin içeren bir daldırma çözeltisinde muhafaza edilmektedir. Ayrıca, Thiel yöntemiyle tahnit edilmiş kadavralara çeşitli boyalar, reçineler ve doğal lateks gibi bazı maddeler maddeler enjekte edilebilmekte, bu sayede 1 mm'den küçük damar dalları dahi tespit edilebilmekte ve kadavradaki tüm damar yapısı rahat bir şekilde görülebilmektedir (Healy vd., 2015; Hubmer vd., 2004; Kaliappan vd., 2023). Thiel yönteminin başlıca dezavantajları, gerekli malzemelerin yüksek maliyetli olmasıdır. Mumifikasyonu önlemek için kadavra, 0° ile 6°C arasında hava geçirmez hermetik olarak kapatılmış kaplarda saklanmalıdır (Kaliappan vd., 2023; Odobescu vd., 2014).

Cerrahi becerileri geliştirmek amacıyla kadavraların sodyum klorür tuzu ile tahnitinin uzun bir geçmişi vardır. Cerrahinin kurucularından biri olan, cerrahi yöntemlerin öncüsü ve anatomi uzmanı Ambroise Paré (1510–1590), tahnit solüsyonunu “sofra tuzu” içerdiği şekilde tanımlamıştır. Doymuş tuz solüsyonu, sodyum klorür, %20 formaldehit, fenol, gliserin, izopropil alkol ve sudan oluşmaktadır. Doymuş tuz solüsyonu ile tahnit edilmiş kadavraların yeterli antibiyotik korumasına sahip olduklarını, eklemlerinin esnek kaldığını ve yumuşak doku kalitelerinin cerrahi beceri eğitimi için uygun olduğu bildirilmiştir. Bu yöntemin dezavantajı, metalin tuz tarafından aşındırılmasıdır. Dolayısıyla metal kaplardan kaçınılmalıdır. Diseksiyon masaları ve diğer araç gereçler, paslanmaz çelik yüzeyler, her diseksiyon sonrası musluk suyu ile iyice temizlenerek korozyona karşı korunmalıdır (Coleman ve Kogan, 1998; Hayashi vd., 2014; Kaliappan vd., 2023).

Glutaraldehitin, cerrahi diseksiyonlar için kadavra muhafazası konusunda özellikle başarılı olduğu ilk olarak Natekar ve De Souza tarafından gösterilmiştir. Formaldehitin aksine, glutaraldehit proteinlerle hızlı ve

irreversible bir reaksiyon üreten yavaş bir difüzyondur. Glutaraldehit dokuyu yavaşça perfüze ederek daha kalıcı bir uç nokta fiksasyonu sağlarken, formaldehit dokuyu hızla perfüze eder. Glutaraldehit damar sistemine enjekte edildikten sonra, iyi bir fiksasyon sağlamak için bir ay boyunca dondurulabilir (Brenner, 2014; Kaliappan vd., 2023; Pasricha vd., 2020)

Formaldehidsiz tahnit tekniği solüsyonu, etil alkol (%25), polietilen glikol PEG400 (%20), kloroksilenol (%0.1) ve sodyum nitrat (%10) içermekte olup, musluk suyu eklenerek hacimce %100'e tamamlanmıştır. Bu teknik uygulanan bir çalışmada denek kadavralar (iki kedi, iki köpek, iki keçi ve iki koyun) altı ay boyunca periyodik olarak gözlenmiştir. Kadavralar öncelikle renk açısından değerlendirilmiş, ardından sertlik, yapışkanlık ve deformasyon gibi doku profilleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, iskelet kası, karaciğer, akciğer ve bağırsaklardan doku örnekleri alınarak, farklı zaman dilimlerinde mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Tahnit edilmiş kadavralar, neredeyse tamamen canlı muadillerine benzerlik göstermiştir. Bu tahniti yapılmış hayvanlardan alınan doku örneklerinde mikrobiyal üreme gözlemlenmemiştir; ancak bir kedinin kolon dokusunda ve bir koyunun akciğer dokusunda mikrobiyal üreme tespit edilmiştir (Kaliappan vd., 2023; Menon vd., 2021)

Çalışmamız literatür incelemesi olması, dolayısıyla yayınlanmış bilgilerle sınırlı kalması ve herhangi bir denek kullanılmamış olması çalışmanın sınırlılıklarıdır.

SONUÇ

Anatomistlerin kadavrayı ölümünün son şekliyle gerçekçi bir şekilde koruyan farklı tahnit modellerini kullanmaya, araştırma ve geliştirmeye devam ettikleri görülmektedir. Kadavra tahnit tekniğinde/modelinde azalan oranlarda da olsa başta formaldehit olmak üzere birçok farklı kimyasalların yalnız ya da değişik kombinasyonları kullanılmaya devam etmektedir. Eğitim, araştırma ve uygulama için Anatomistlerin/tahnit işlemini gerçekleştirenlerin diseksiyon amacına göre tahnit tekniği avantajlı olanı tercih etmelidir (Balta vd., 2015; Brenner, 2014; Kaliappan vd., 2023). Kadavra muhafazasında günümüzde formaldehit ve fenolden sonra, Alkid Reçine metodu, Doymuş Tuzlu Su, Thiel, Larssen, Modifiye Larssen, Logan, Etanol-Gliserin, Genelyn solüsyonu ve Plastinasyon metodu yaygın olarak tercih edilmektedir (Balta vd., 2015; Beger vd., 2020; Hammer vd., 2015). Standart Plastinasyon yöntemiyle elde edilen Plastinatlar ise uzun süre eğitimde kullanılabilir (Bilge vd., 2014).

Çıkar Çatışması: Çalışma kapsamında yazarların kendi arasında ve üçüncü taraf kişi veya kişiler arasında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

Ackermann, J., Wedel, T., Hagedorn, H., Maass, N., Mettler, L., Heinze, T., ve Alkatout, I. (2021). Establishment and evaluation of a training course in advanced laparoscopic surgery based on human body donors embalmed by ethanol-glycerol-lysoformin fixation. *Surgical Endoscopy*, 35, 1385-1394.

- Aziz, M. A., Mckenzie, J. C., Wilson, J. S., Cowie, R. J., Ayeni, S. A., ve Dunn, B. K. (2002). The human cadaver in the age of biomedical informatics. *The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 269(1), 20-32.
- Balta, J. Y., Cronin, M., Cryan, J. F., ve O'Mahony, S. M. (2015). Human preservation techniques in anatomy: A 21st century medical education perspective. *Clin Anat*, 28(6), 725-734. <https://doi.org/10.1002/ca.22585>
- Balta, J. Y., Cryan, J. F., ve O'Mahony, S. M. (2019). The antimicrobial capacity of embalming solutions: a comparative study. *Journal of applied microbiology*, 126(3), 764-770.
- Balta, J. Y., Twomey, M., Moloney, F., Duggan, O., Murphy, K. P., O'Connor, O. J., Cronin, M., Cryan, J. F., Maher, M. M., ve O'Mahony, S. M. (2019). A comparison of embalming fluids on the structures and properties of tissue in human cadavers. *Anatomia, histologia, embryologia*, 48(1), 64-73.
- Beger, O., Karagul, M. I., Koc, T., Kayan, G., Cengiz, A., Yilmaz, S. N., ve Olgunus, Z. K. (2020). Effects of different cadaver preservation methods on muscles and tendons: a morphometric, biomechanical and histological study. *Anat Sci Int*, 95(2), 174-189. <https://doi.org/10.1007/s12565-019-00508-z>
- Bilge, O., ve Celik, S. (2017). Cadaver embalming fluid for surgical training courses: modified Larssen solution. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 39, 1263-1272.
- Bilge, O., Çelik, S., ve Boduç, E. (2014). Uzun yıllar önce tespiti yapılmış lokomotor sistem örneklerinin plastinasyonu ve eğitimde kullanımı. *Ege Tıp Dergisi*, 53(2), 84-87.
- Brenner, E. (2014). Human body preservation - old and new techniques. *J Anat*, 224(3), 316-344. <https://doi.org/10.1111/joa.12160>
- Burns, D. M., Bell, I., Katchky, R., Dwyer, T., Toor, J., Whyne, C. M., ve Safir, O. (2018). Saturated Salt Solution Cadaver-Embalming Method Improves Orthopaedic Surgical Skills Training. *J Bone Joint Surg Am*, 100(15), e104. <https://doi.org/10.2106/JBJS.17.01256>
- Canbolat, M., ve ŞEnol, D. (2019). Anatomide Tahnit ve Diseksiyon Eğitimi İçin Olası Bir Kaynak: Sağlık Turizmi*. *Tıp Eğitimi Dünyası*, 18(54), 88-91. <https://doi.org/10.25282/ted.460566>
- Celik, S., Bilge, O., Ozdemir, M., Dionigi, G., Anuwong, A., ve Makay, O. (2022). Modified Larssen solution (MLS)-fixed cadaver model for transoral endoscopic thyroidectomy vestibular approach (TOETVA) education: a feasibility study. *Surgical Endoscopy*, 36(7), 5518-5530.
- Coleman, R., ve Kogan, I. (1998). An improved low-formaldehyde embalming fluid to preserve cadavers for anatomy teaching. *The Journal of Anatomy*, 192(3), 443-446.
- Crosado, B., Loffler, S., Ondruschka, B., Zhang, M., Zwirner, J., ve Hammer, N. (2020). Phenoxyethanol-Based Embalming for Anatomy Teaching: An 18 Years' Experience with Crosado Embalming at the University of Otago in New Zealand. *Anat Sci Educ*, 13(6), 778-793. <https://doi.org/10.1002/ase.1933>
- Domagala, Z. A., Drazyk, M., Pioterek, O., Kozłowski, O., Lubieniecki, P., Sroczynski, M., Dudek, A., Wozniak, S., Tarkowski, V., ve Mazurek, M. (2024). Precision in Preservation: Mastering Cadaver Embalming with the Femoral Artery Approach - a technical note. *Folia Morphol (Warsz)*. <https://doi.org/10.5603/fm.99260>
- Ekiz, R., ve Demiraslan, Y. (2018). Kadavra Hazırlamada Kullanılan Solüsyonlar ve Güncel Yaklaşımlar. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(2), 105-108.
- Erbay, H., Bilir, A., Gönül, Y., Turamanlar, O., ve Songur, A. (2015). Tıp fakültesi öğrencilerinin kadavra algısı ve eğitimde kadavra kullanımına yönelik yaklaşımları.
- Ernesto Ottone, N., Vargas, C. A., Fuentes, R., ve del Sol, M. (2016). Walter Thiel's Embalming Method. Review of Solutions and Applications in Different Fields of Biomedical Research. *International Journal of Morphology*, 34(4).
- Ezugworie, J., Anibeze, C., Ozoemena, F., Ezugworie, J., ve Anibeze, C. (2009). Trends in the development of embalming methods. *Internet J Altern Med*, 7.

- Fessel, G., Frey, K., Schweizer, A., Calcagni, M., Ullrich, O., ve Snedeker, J. G. (2011). Suitability of Thiel embalmed tendons for biomechanical investigation. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 193(3), 237-241.
- Frølich, K. W., Andersen, L. M., Knutsen, A., ve Flood, P. R. (1984). Phenoxyethanol as a nontoxic substitute for formaldehyde in long-term preservation of human anatomical specimens for dissection and demonstration purposes. *The Anatomical Record*, 208(2), 271-278.
- Goodarzi, N., Akbari, G., ve Razeghi Tehrani, P. (2018). Zinc chloride, a new material for embalming and preservation of the anatomical specimens. *Anatomical Sciences Journal*, 15(1), 25-30.
- Gueorguieva, M. J., Yeo, D. T., Eisma, R., ve Melzer, A. (2014). MRI of thiel-embalmed human cadavers. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 39(3), 576-583.
- Haizuka, Y., Nagase, M., Takashino, S., Kobayashi, Y., Fujikura, Y., ve Matsumura, G. (2018). A new substitute for formalin: application to embalming cadavers. *Clinical Anatomy*, 31(1), 90-98.
- Hammer, N., Löffler, S., Bechmann, I., Steinke, H., Hadrich, C., ve Feja, C. (2015). Comparison of modified Thiel embalming and ethanol-glycerin fixation in an anatomy environment: Potentials and limitations of two complementary techniques. *Anat Sci Educ*, 8(1), 74-85. <https://doi.org/10.1002/asc.1450>
- Hayashi, S., Homma, H., Naito, M., Oda, J., Nishiyama, T., Kawamoto, A., Kawata, S., Sato, N., Fukuhara, T., ve Taguchi, H. (2014). Saturated salt solution method: a useful cadaver embalming for surgical skills training. *Medicine*, 93(27), e196.
- Healy, S. E., Rai, B. P., Biyani, C. S., Eisma, R., Soames, R. W., ve Nabi, G. (2015). Thiel embalming method for cadaver preservation: a review of new training model for urologic skills training. *Urology*, 85(3), 499-504.
- Hubner, M. G., Fasching, T., Haas, F., Koch, H., Schwarzl, F., Weiglein, A., ve Scharnagl, E. (2004). The posterior interosseous artery in the distal part of the forearm. Is the term 'recurrent branch of the anterior interosseous artery' justified? *British journal of plastic surgery*, 57(7), 638-644.
- Kalanjati, V. P., Prasetiowati, L., ve Alimsardjono, H. (2012). The use of lower formalin-containing embalming solution for anatomy cadaver preparation. *Medical Journal of Indonesia*, 21(4), 203-207.
- Kaliappan, A., Motwani, R., Gupta, T., ve Chandrupatla, M. (2023). Innovative cadaver preservation techniques: a systematic review. *Maedica*, 18(1), 127.
- Kara, A., Ögenler, O., ve Elvan, Ö. (2012). Anatomi Anıları. *Journal of Inonu University Medical Faculty*, 19(1), 54-56. https://doi.org/10.7247/jiumf.19.1.54_56
- Karacan, K., Baylan, H., Erdoğan, M., ve Arslan, F. (2017). A look at formaldehyde. *Journal of Human Rhythm*, 3(3), 168-171.
- Kathapillai, M. (2019). Modified saturated salt solution (MSSS) method for embalming. *Indian Journal of Clinical Anatomy and Physiology*, 6(3), 260-263.
- Maruyama, K., Yokoi, H., Nagase, M., Yoshida, H., Noguchi, A., Matsumura, G., Saito, K., ve Shiokawa, Y. (2019). Usefulness of N-vinyl-2-pyrrolidone embalming for endoscopic transnasal skull base approach in cadaver dissection. *Neurologia medico-chirurgica*, 59(10), 379-383.
- Menon, P., Aldarwich, A., Hamdan, L., Hammoud, M., ve Al Aiyan, A. (2021). Novel formaldehyde-free embalming fluid formulation for long-term preservation of cadavers for anatomy teaching. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 33(9), 718-725.
- Miyake, S., Suenaga, J., Miyazaki, R., Sasame, J., Akimoto, T., Tanaka, T., Ohtake, M., Takase, H., Tateishi, K., Shimizu, N., Murata, H., Funakoshi, K., ve Yamamoto, T. (2020). Thiel's embalming method with additional intracerebral ventricular formalin injection (TEIF) for cadaver training of head and brain surgery. *Anat Sci Int*, 95(4), 564-570. <https://doi.org/10.1007/s12565-020-00545-z>
- Miyamoto, M., Nagase, M., Watanabe, I., Nakagawa, H., Karita, K., Tsuji, D. H., Montagnoli, A. N., Matsumura, G., ve Saito, K. (2022). Excised human larynx in N-vinyl-2-pyrrolidone-embalmed cadavers can produce voiced sound by pliable vocal fold vibration. *Anatomical science international*, 97(4), 347-357.

- Ng, N. Y. B., Loh, C. Y. Y., ve Athanassopoulos, T. (2016). A cost-effective cadaveric model for plastic surgery simulation. *Indian Journal of Plastic Surgery*, 49(01), 121-123.
- Odobescu, A., Moubayed, S. P., Harris, P. G., Bou-Merhi, J., Daniels, E., ve Danino, M. A. (2014). A new microsurgical research model using Thiel-embalmed arteries and comparison of two suture techniques. *Journal of Plastic, Reconstructive ve Aesthetic Surgery*, 67(3), 389-395.
- Pasricha, N., Sthapak, E., Bhatnagar, R., Siddiqui, M., ve Jaiswal, S. (2020). Soft-fixed embalming: our experiences. *National Journal of Clinical Anatomy*, 9(2), 43-47.
- Rajasekhar, S., Kumar, V. D., Raveendranath, V., Kalayarasan, R., Gnanasekaran, S., Pottakkat, B., ve Sivakumar, M. (2021). Advanced training in laparoscopic gastrointestinal surgical procedures using Genelyn®-embalmed human cadavers: a novel model. *Journal of Minimal Access Surgery*, 17(4), 495-501.
- Taşkın, R. G., Şafak, N. K., ve Yücel, A. H. (2019). Kadavra Tespit Solusyonlarının Karşılaştırılarak İncelenmesi. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(2), 21-25.
- Thiel, W. (2002). Supplement to the conservation of an entire cadaver according to W. Thiel. *Annals of anatomy= Anatomischer Anzeiger: official organ of the Anatomische Gesellschaft*, 184(3), 267-269.
- Turamanlar, O., ve Uluçam, E. (2016). Türkiye’de ilk tahnit yönteminin uygulayıcısı: Nurettin Ali Berkol. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 6(2), 94-99.
- Tutsch, H. (1975). An odorless, well-preserving injectable solution for cadavers used in classes. *Anatomischer Anzeiger*, 138(1-2), 126-128.
- Uluçam, E., Gokce, N., ve Mesut, R. (2003). Turkish anatomy education from the foundation of the first modern medical school to today. *JISHIM*, 2, 50-52.
- Waschke, J., Bergmann, M., Bräuer, L., Brenner, E., Buchhorn, A., Deutsch, A., Dokter, M., Egu, D. T., Ergün, S., ve Fassnacht, U. (2019). Recommendations of the working group of the Anatomische Gesellschaft on reduction of formaldehyde exposure in anatomical curricula and institutes. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 221, 179-185.
- Wedel, T., Ackermann, J., Hagedorn, H., Mettler, L., Maass, N., ve Alkatout, I. (2019). Educational training in laparoscopic gynecological surgery based on ethanol-glycerol-lysoformin-preserved body donors. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 221, 157-164.
- Wijaya, A. N., Margiana, R., Kusumaningtyas, S., ve Furqonita, D. (2021). Comparison of decomposition rate of hind limbs of preserved mice with ethanol-glycerin and formaldehyde of advanced fixative solution. *Anat Cell Biol*, 54(2), 225-231. <https://doi.org/10.5115/acb.20.314>
- Wineski, L. E., ve English, A. W. (1989). Phenoxyethanol as a nontoxic preservative in the dissection laboratory. *Cells Tissues Organs*, 136(2), 155-158.
- Yavuz, F., Ertekin, T., Elmalı, F., ve Ülger, H. (2017). Klinik Öncesi ve Klinik Dönemde Tıp Öğrencilerinin Anatomi Eğitiminde Kadavra Kullanımı ile İlgili Değerlendirmeleri. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 26(3), 227-232.