

Davul İçin Tam Otomatik Bir Akort Sisteminin Tasarım ve Optimizasyon Süreçlerinin İncelenmesi*

Investigation of the Design and Optimization Processes of a Fully Automatic Tuning System for Drums

Özgün Arda NURAL¹ , Arda EDEN² 

¹Trabzon Üniversitesi Devlet Konservatuvarı, Müzikoloji Bölümü, Trabzon, Türkiye
²Yıldız Teknik Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi, Müzik ve Sahne Sanatları Bölümü, İstanbul, Türkiye

Sorumlu yazar /

Corresponding author : Özgün Arda NURAL

E-posta / E-mail : by.ardanural@gmail.com

*Bu çalışma "Davul İçin Tam Otomatik Bir Akort Sisteminin Tasarımı ve Optimizasyonu" başlıklı doktora çalışmasından üretilmiştir.

This study is derived from the doctoral work titled "Design and Optimization of a Fully Automatic Tuning System for Drums."

ÖZ

Bu çalışmada, davul için tam otomatik bir akort sisteminin tasarım ve optimizasyon süreçleri incelenmiştir. 20. yüzyılın başlarında bas davul pedalının üretilmesiyle birlikte davulcular aynı anda birden fazla vurmali çalgıyı icra edebilmiş ve böylece davul seti standart hale gelmiştir. Bir davul setinin parçaları olan trampet ve alto gibi davullar, kasnak üzerindeki vidaların sıkılıp gevşetilmesi yoluyla akort edilmektedir. Ancak, bu işlemin zorluğu, davul derisinin farklı bölgelerinde farklı gerinimler yaratmakta ve bu da akort sürecini karmaşık hale getirmektedir. Davulun doğru bir şekilde akort edilmesi, müziğin kalitesi üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, akustik davulların karmaşık akortları için çeşitli araçlar ve yöntemler geliştirilmiştir. Çalışmada, davul derisini tam otomasyonlu olarak, elektro-mekanik şekilde akort edebilen prototip bir cihaz tasarlamak ve bu süreçte yararlanılacak araçlar ve yöntemler ile uygun optimizasyon algoritmalarını belirlemek hedeflenmiştir. Bu sistemin merkezinde bir Arduino mikrodenetleyicisi yer almakta olup, çeşitli motorlar ve sensörler ile desteklenmiştir.

Tasarım sürecinde adım motorlar, DC motorlar ve çeşitli dişli çark sistemleri kullanılarak farklı prototipler oluşturulmuştur. İlk aşamada adım motorların yetersizliği nedeniyle DC motorlara geçilmiş ve bu motorlar ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, sistemin ağırlığı ve mekanik aşınma gibi sorunlar nedeniyle tasarım sürekli olarak optimize edilmiştir. Sonuç olarak, davul derisinin titreşimlerini analiz eden ve bu verilere göre akort vidalarını otomatik olarak sıkıp gevşeten bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistem, modüler yapısıyla farklı boyutlardaki davul setlerine uyum sağlayabilmekte ve hızlı, doğru akort imkânı sunmaktadır. Gelecekte, bu sistemin daha da geliştirilerek mekanik ve elektronik bileşenlerin kalitesinin artırılması, alt deri ve üst deriyi eş zamanlı olarak akort edebilme yetisi ve farklı davul boyutları için optimizasyon yapılması önerilmektedir. Bu çalışma, davul akort sürecini otomatikleştirerek müzisyenlere büyük bir kolaylık sağlamayı amaçlamakta ve bu alandaki literatüre önemli bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akort, davul, otomasyon

Başvuru/Submitted : 25.05.2024

Kabul/Accepted : 05.06.2024

Online Yayın /
Published Online : 06.06.2024



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

ABSTRACT

In this study, the design and optimization processes of a fully automatic tuning system for drums were examined. With the production of the bass drum pedal in the early 20th century, drummers were able to play multiple percussion instruments simultaneously, leading to the standardization of the drum set. The components of a drum set, such as snare and alto drums, are tuned by tightening and loosening the screws on the drum rim. However, the difficulty of this process is increased by the varying tensions in different parts of the drum skin, complicating the tuning process. Proper tuning of a drum plays a significant role in the quality of music. Therefore, various tools and methods have been developed for the complex tuning of acoustic drums. This study aimed to design a prototype device that can automatically tune the drum skin in an electromechanical manner and determine the tools, methods, and appropriate optimization algorithms to be used in this process. The system is centered around an Arduino microcontroller and supported by various motors and sensors.

During the design process, different prototypes were created using stepper motors, DC motors, and various gear systems. Initially, due to the inadequacy of stepper motors, DC motors were used, which yielded successful results. However, due to issues such as the system's weight and mechanical wear, the design was continuously optimized. As a result, a system was developed that analyzes the vibrations of the drum skin and automatically tightens or loosens the tuning screws based on this data. This system, with its modular structure, can adapt to different sizes of drum sets and provides fast, accurate tuning. Future improvements suggest enhancing the system with better mechanical and electronic components, adding the capability to tune both the top and bottom skins simultaneously, and optimizing for different drum sizes. This study aims to significantly ease the tuning process for musicians and make a substantial contribution to the literature in this field.

Keywords: Automation, drum, tuning

EXTENDED ABSTRACT

This study delves into the intricate design and optimization processes behind developing a fully automatic tuning system for drums. The introduction of the bass drum pedal in the early 20th century revolutionized drumming, allowing musicians to play multiple percussion instruments simultaneously, thus standardizing the drum set. Typically, drums such as the snare and alto are tuned by adjusting the tension of screws on the drum rim, a process complicated by varying tensions across different parts of the drum skin. Proper drum tuning is critical to the quality of music produced, prompting the development of various tools and methods for tuning acoustic drums. This study focuses on designing an electromechanical system capable of automatically tuning the drum skin, utilizing an Arduino microcontroller and supported by various motors and sensors. During the design process, multiple prototypes were created using stepper motors, DC motors, and diverse gear systems. Initially, stepper motors were found inadequate, leading to the adoption of DC motors, which produced more successful results. Despite this, issues such as system weight and mechanical wear necessitated continuous optimization. The final system developed analyzes drum skin vibrations and adjusts the tuning screws automatically based on the data. This modular system can adapt to different drum set sizes, offering fast and accurate tuning. Future improvements could include enhancing mechanical and electronic components, enabling simultaneous tuning of both the top and bottom skins, and optimizing the system for various drum sizes. By automating the drum tuning process, this study aims to significantly ease the tuning process for musicians and contribute substantially to the field's literature.

With the invention of the bass drum pedal in the early 20th century, drummers could play multiple percussion instruments simultaneously, leading to the standard drum set consisting of various drums and cymbals. Tuning drums like the snare and alto involves tightening and loosening screws on the drum rim, which alters the tension and, consequently, the pitch of the drum skin near each screw. This process is complex as changes in one area affect the tension across the drum skin. Proper tuning is vital for the quality of music, necessitating the development of tools and methods to assist with the tuning of acoustic drums.

This study aimed to design an electromechanical system that could automatically tune the drum skin, focusing on the necessary tools, methods, and optimization algorithms required for such a system. The system centers around an Arduino microcontroller, supported by various motors and sensors.

The design process involved creating different prototypes using stepper motors, DC motors, and various gear systems. Initially, stepper motors were chosen for their control over direction, speed, and steps. However, their inadequacy led to the switch to DC motors, which produced better results. Despite this success, issues such as system weight and mechanical wear required continuous optimization. The final system developed analyzes drum skin vibrations and adjusts the tuning screws automatically. This modular system can adapt to different drum set sizes, providing fast and accurate tuning. In the initial design phase, stepper motors were preferred due to their control ease over direction, speed, and steps. A connection was established between the Arduino and the motor driver, and the motor's direction, speed, and steps were controlled via software. Despite successful tests, the stepper motor's power was insufficient. Consequently, DC motors were explored, resulting in a more powerful and quieter design.

As the design progressed, a gearbox system similar to those used in RC cars was incorporated to manage the tension between the gear and the drum's tuning screw. This setup was temporarily mounted on the drum, and tests showed the system could tune the drum skin to the desired frequency. Further refinements reduced the system's weight and size, optimizing it for better performance.

The final design used an Arduino microcontroller with various supporting components, including motors and sensors, to automate the drum tuning process. The system's modular design allows it to adapt to different drum set sizes, ensuring fast and accurate tuning. Initial tests showed the system could analyze drum skin vibrations and adjust the tuning screws automatically, achieving the desired frequencies efficiently.

Future improvements could enhance the system's mechanical and electronic components, add the capability to tune both the top and bottom skins simultaneously, and optimize the system for various drum sizes. These enhancements would make the tuning process even more efficient and reliable, providing significant convenience to musicians.

Giriş

20. yüzyılın başlarında bas davul pedalının üretilmesiyle davulcular aynı anda birden fazla vurmali çalgıyı icra edebilmiş bunun sonucunda da davul ve zillerden oluşan standartlaşmış "Davul Seti"¹ (Şekil 1) doğmuştur. Bir davul seti üzerinde bulunan trampet ve alto gibi parçalar, davul kasnağı üzerindeki vidaların tek tek sıkılıp gevşetilmesi yoluyla akortlanmaktadır. Kasnak üzerindeki herhangi bir vida döndürüldüğünde, derinin vidanın yakınında bulunan bölgesinin gerginliği, dolayısıyla tonu da değişmekte ve bu değişim belirli bir oranda, diğer bölgelerin gerginliğini de etkilemektedir. Dolayısıyla davulcular, çalgılarını akortlarken her bir vidayı tekrar tekrar sıkıp gevşeterek akort sürecini tamamlamaktadırlar.



Şekil 1. Davul (Bateri) Seti

"Canlı olarak veya kayıt stüdyosunda nerde olursa olsun akustik davulların karmaşık akortları, müziğin kalitesi ve bağlamsallığı üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Birçok müzisyen, ses mühendisi veya prodüktör, bir performanstan önce tercih edilen bir davul sesi (tınısı) elde etmek için birkaç saat harcamaktadır (Toulson, 2009)."

Akort vidasındaki en küçük hareket büyük farklar yaratarak perdeyi büyük ölçüde değiştirmektedir. Üst deri atağı ve çınlamayı kontrol ederken, alt deri ise "rezonans" veya "sustain" üretmektedir. Davul derisine vurulduğunda, kulak çoğunlukla atağı ve davulun temel perdesini duymaktadır. Üst tonlar veya doğuşkanlar belirli bir mesafeden sonra duyulmamaktadır. Bir davul seti içinde bulunan herhangi bir davulun, üretildiği ağaç ve bu ağacın geçirdiği süreçlere bağlı olarak kendi temel perdesi (tınısı) bulunmaktadır. Fakat frekans olarak aynı sayıyı ifade etse de tını ve nota/perde aynı şeyi ifade etmemektedir. Tını, davulun "açık" veya "rezonanslı" olduğu ve en iyi ton ürettiği frekansa karşılık gelen temel perdesi veya davulun genel karakterini ifade etmektedir. Aslında bir davulu akort etmek, ürettiği temel frekansı

¹ Davul seti; Bas davul, Bas davul pedalı, Trampet, Tom, Floor tom, Hi-hat denilen pedallı çift taraflı zil, crash, ride, splash gibi çeşitli efekt zilleri ve vurmali çalgıyı bünyesinde barındırır.

bulmak ve o davulun tüm doğal seslerini işlemektir. Davul derisi herhangi bir frekansa ayarlanabilse de aslında davulun en iyi ürettiği tek bir (temel) frekans vardır. Örnek olarak bir davul “sol” notası üretebilmekte ancak bu davulun temel perdesi “Sol diyez” olarak öne çıkmaktadır (Johnson, 1999).

Tablo1’de çapı 8 ile 16 inç arasında değişen davul seti konfigürasyonları için önerilen akortlar listelenmiştir. Davul derisine vurulduğunda üst ve alt deri birlikte aynı anda titreştiğinden iki deride aynı temel perdeyi üretmektedir. Bununla birlikte, alt ve üst derilerin vida aralıkları birbirinden bağımsız olup farklı davul boyutları için temel sestem 1,2-2,3 kat daha yüksek frekansta olabilmektedir. Davulun rezonansı (veya sustain’i) üst-alt deri arasındaki vida-frekans ilişkisine bağlı olup düşükten yükseğe istenen herhangi bir temel perde için kolayca ayarlanabilmektedir. Doğru olan rezonans miktarını seçmek, istenilen ses türüne bağlıdır: Örnek olarak maksimum rezonans (Tablo 2) aynı perdeye ayarlanmış üst ve alt deri aralıkları ile elde edilirken, üst ve alt deri aralıklarındaki daha büyük farklılıklar, yüksek rezonans (Tablo 3), orta rezonans (Tablo 4) veya düşük rezonans (Tablo 5) üretebilmektedir (Labs, 2012).

Tablo 1. Çeşitli Davul Seti Konfigürasyonları İçin Önerilen Temel Notalar ve Frekansları

Tom Boyutlar	Tom Sayısı (Hz cinsinden Notalar, Aralıklar ve Frekanslar)									
	2	2	3	3	3	3	4	4	5	6
8									E ₃ 165 Hz	G# ₃ 208 Hz
10	C ₃ 131H z		C ₃ 131 Hz	C ₃ 131Hz			D ₃ 147Hz	E ₃ 165 Hz	C ₃ 131 Hz	E ₃ 165 Hz
12		A ₂ 110 Hz	A ₂ 110 Hz	G ₂ 98 Hz	A ₂ 110H z	A ₂ 110 Hz	B ₂ 124Hz	B ₂ 124Hz	G# ₂ 104H z	C ₃ 131H z
13					F ₂ 87.3 Hz					G# ₂ 104H z
14	F ₂ 87.3 Hz		F ₂ 87.3 Hz			F ₂ 87.3Hz	G ₂ 98Hz	F# ₂ 92,5Hz	E ₂ 82.4 Hz _	E ₂ 82.4 Hz
16		D ₂ 73.4 Hz _		D ₂ 73.4Hz _	2C# ₂ 69.3 Hz _	C ₂ 65.4Hz	D ₂ 73.4Hz	C# ₂ 69.3Hz	C ₂ 65.4 Hz _	C ₂ 65.4 Hz
Aralık	Beşli	Beşli	Akor	Dörtlü	Artık Beşli	Dörtlü	3+3+4	Dörtlü	Artık Beşli	Artık Beşli

Tablo 2. Maksimum Rezonans

Tom Boyutu	Temel Nota	Temel Frekans (Hz)	Üst ve Alt Davul Akort Vidası Önü Frekansı (Hz)
10	D3	147	257 (= 147x1,75)

Tablo 3. Yüksek Rezonans

Tom Boyutu	Temel Nota	Temel Frekans. (Hz)	Üst Davul Akort Vidası Önü Frekansı (Hz)	Alt Davul Akort Vidası Önü Frekansı (Hz)
10	D3	147	221 (= 147x1,5)	272(=147x1.85)

Tablo 4. Orta Rezonans

Tom Boyutu	Temel Nota	Temel Frekans. (Hz)	Üst Davul Akort Vidası Önü Frekansı (Hz)	Alt Davul Akort Vidası Önü Frekansı (Hz)
10	D3	147	206 (= 147x1,4)	294(=147x2)

Tablo 5. Düşük Rezonans

Tom Boyutu	Temel Nota	Temel Frekans. (Hz)	Üst Davul Akort Vidası Önü Frekansı (Hz)	Alt Davul Akort Vidası Önü Frekansı (Hz)
10	D3	147	176 (= 147x1,2)	338(=147x2.3)

Elektronik Akort Uygulamaları

Müzik icrası kullandığı ses sistemi, ritmik yapı, tarz vb. gibi icra edildiği toplumlara göre birbirinden ayrılmış, zamanla müzik kültürü durumuna gelmiştir. Dolayısıyla ses sisteminin içerisinde bulunan tanımlanmış perdeler akort yapmayı zorunlu hale getirmiş ve enstrüman akordu, müzik icrası sırasında ortaya çıkan sonuca doğrudan etki eden, en önemli unsurlardan biri olmuştur. Say, akort yapmayı; “Çalgıların perdelerini belirli ve kesin oranlara göre düzenleme işlemine başka bir deyişle doğru sesler üretmek için yapılan düzenleme” (2010, s. 36) olarak tanımlamıştır.

Tüm enstrümanlarda aynı perdeleri elde etmek amacıyla standartlaştırılmış belirli notaların mutlak perdesi dünya genelinde “La” sesi olarak kabul edilmiştir. Standardizasyon beraberinde endüstriyi getirmiş, endüstride beraberinde araç gereçlerin gelişip çoğalmasına neden olmuştur. Tarihsel süreç incelendiğinde, akort düdüğü ve çatal diyapazon akort yapmaya yardımcı olan ilk endüstriyel araçlar olarak göze çarpmaktadır. Elektrik kullanımının yaygınlaşması ve ardından hızla gelişen teknoloji, frekansların veya müzikal aralıkların elektronik ölçüm araçları veya yazılımlar ile tespit edilebilmesini sağlamıştır. İki binli yıllarda gelinen son noktada ise mekanik, elektronik ve yazılım alanları birleşmiş elektromekanik şekilde çalışan otomatik akort cihazları tasarlanmaya hatta üretilmeye başlanmıştır. Gitar için üretilen otomatik akort cihazı dikkat çekmiş ve bu çalışma için esin kaynağı olmuştur.

Bu doğrultuda vurmali çalgılar ailesinde bulunan davul enstrümanı için üretilmiş akort cihazlarıyla ilgili literatür taranmış, klasik davul anahtarı tork sistem davul anahtarı, eş zamanlı dönen çoklu çember anahtarı, kasnak germe aparatları, kadranlı gerginlik ölçer cihaz, elektronik davul akort cihazı gibi araçlara, çok sayıda patente ve çeşitli tasarımlara ulaşılmıştır. Amerika’da bulunan Connecticut Üniversitesi’nin 2018 yılında düzenlediği “Fred and Harriet Cox Senior Design Competition” isimli tasarım yarışmasında, Clayton Frister ve Jeremy Garrod tarafından yapılan davulu otomatik akort edebilen bir cihaza rastlanmış, fakat cihaz hakkında sadece bir videoya ulaşılabilmiş bu cihazın başarımının ne boyutta olduğuna dair bir bilgiye erişilememiştir. Akort cihazı elde edilen videodan incelendiğinde, cihazın sabit, tek parça ve büyük olması, sadece 14-inçlik davul için tasarlanmış olması, akort esnasında deriye birden çok defa vurarak akort etmesi gibi eksiklikler tespit edilmiş ve vurmali çalgılar ailesinde bulunan davul enstrümanın derisini tam otomasyonlu olarak, elektromekanik şekilde akort edebilen prototip bir cihaz tasarımı yapmak hedeflenmiştir. Buna bağlı olarak tam otomatik davul akort cihazının tasarımı sürecinde yararlanılacak araçlar ve yöntemler belirlenerek uygun optimizasyon algoritmalarının başarımı ne derece etkilediğini tespit etmek araştırmanın amacını oluşturmuştur. Çalışmada araştırma tekniklerinden literatür taraması ve deneysel yöntem kullanılmıştır. Ayrıca bu çalışma davul setinin içinde bulunan 10-inçlik alto davulun üst derisi ile sınırlandırılmıştır.

Davul İçin Tam Otomatik Bir Akort Sisteminin Tasarım Süreci

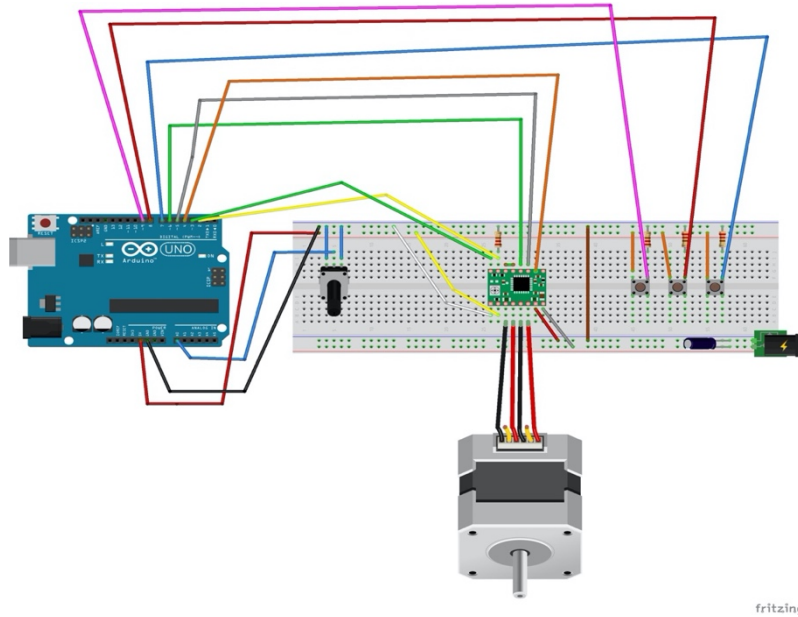
Tasarlanan otomatik davul akort sisteminin merkezinde bir Arduino mikrodenetleyicisi yer almaktadır. Tasarımın farklı süreçlerinde Arduino Uno ve Arduino Mega geliştirme kartları tercih edilmiştir. Bununla birlikte tasarımda yararlanılan diğer donanımsal araçlar aşağıda sıralanmıştır:

- A4988 Stepper Motor Sürücü
- Nema 14 Stepper Motor
- Nema 24 Stepper Motor
- 24V 80 RPM Redüktörlü DC Motor
- 4 adet NovaMax 6V 400 RPM Redüktörlü DC Motor
- 4 adet BTS960B 20 Amper Motor Sürücü Kartı
- 4 Pinli Buton

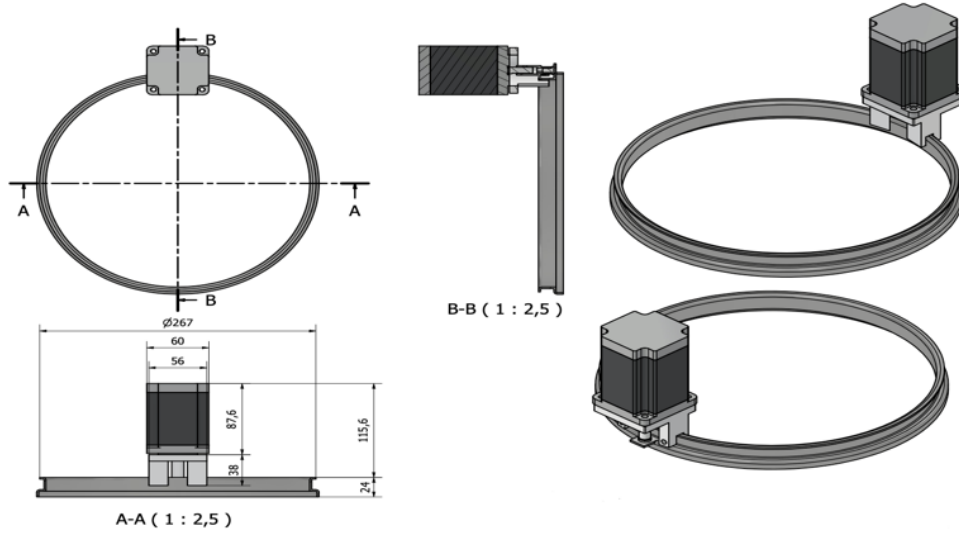
- Direnç
- B10k Potansiyometre
- Board
- Jumper Kablo
- 37 mm Motor Tutucu Aparat
- 2x16 LCD Ekran
- Sunline DC Power Supply Güç Kaynağı
- 12v 20 A Güç Kaynağı
- 3cm Çapında 61 Dişli Çark
- 8 Dişli Sonsuz Vida
- 4 adet Montaj Aparatı
- 4 adet Akort Vidası
- 4 adet Punto Vida Aparatı
- 4 adet Tabla
- 8 adet Dişli Çark
- 4 adet Analog Dijital Ses Mikrofon Kartı
- 3 Adet Buton

Tasarım 1

Tasarımın ilk sürecinde motorlar incelendiğinde yön, hız, adım (gidilen mesafe) gibi süreçlerin kontrol kolaylığı açısından adım motor tercih edilmiştir. Bu aşamada Arduino ile motor sürücü arasındaki bağlantı kurularak adım motorun yön, hız ve adım sayısı gibi kontrollerin yazılım aracılığı ile ne şekilde gerçekleştirileceği tespit edilmiştir (Şekil 2). Tasarımda kullanılan birinci buton motorun hareketini, ikinci buton yönünü üçüncü buton ise adım sayısını kontrol etmektedir. Aynı zamanda potansiyometre motorun hızını kontrol etmektedir. Ayrıca motorun davul vidası ile arasındaki dişli çark sistemi tasarlanmış olup henüz montajı yapılamamıştır. Motorun hız ve yön testleri başarılı olmasına rağmen gücü yetersiz kalmıştır. Yapılan diğer deneylerde çeşitli step motorlar denenmiş denenen motorlar arasında sisteme yanıt verebilecek en iyi step motor elde edilmiş ve testleri yapılmıştır. Bu süreçte motor, davula motorun üzerindeki mile davul anahtarını takılarak davula tak çıkar biçimde (Şekil 3) yerleştirilmiştir. Motorun büyük ve ağır olması ve aynı zamanda çalışırken çok fazla ses çıkarması gibi olumsuz koşullar sebebiyle farklı motor seçenekleri araştırılmaya başlanmıştır.



Şekil 2. Devre Tasarımı



Şekil 3. Adım Motorun Davul Kasnağı Üzerine Montajı

Tasarım 2

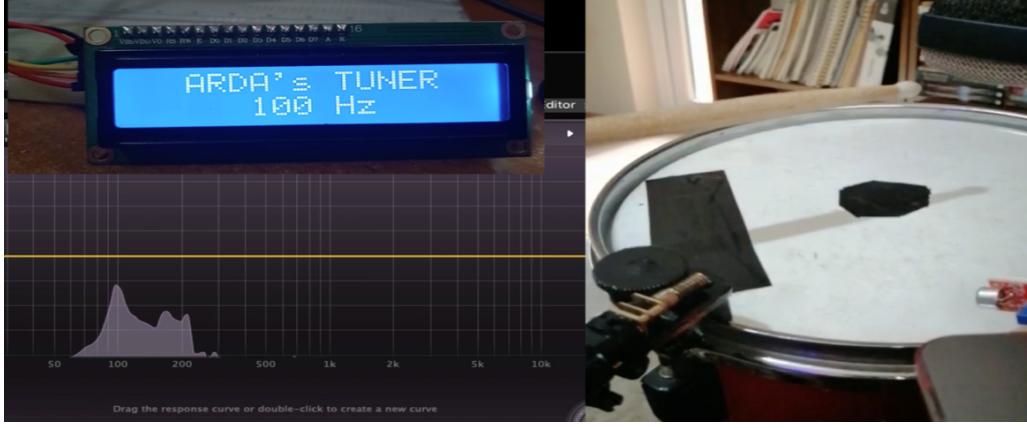
Yapılan araştırmalar sonucunda motorlar incelendiğinde tasarıma DC motor ile devam edilmesi kararlaştırılmış ve ardından 24V 80 RPM redüktörlü DC motor temin edilmiştir. Bu süreç doğrultusunda DC motorlar için üretilen yeni bir motor sürücü edinilmiş tekrar Arduino ile arasındaki bağlantı kurularak motorun yön ve hız gibi kontrollerinin yazılım aracılığı ile ne şekilde gerçekleştirileceği tespit edilmiştir. Devam eden süreçte RC yarış arabalarında kullanılan şanzıman sistemi incelenerek bir deney yapılmış bu doğrultuda bir dişli çark sistemi tasarlanmış ve davulun üstüne geçici olarak monte edilmiş ayrıca derinin hangi frekansta olduğunu gösteren LED ekranda tasarıma eklenmiştir. DC motor ile akort denemeleri yapılmış sonuç olarak tek akort vidası ve DC motor ile istenilen frekansa hareket etmiş ve istenilen frekansta durmuştur. Devre tasarımı, donanım bağlantısı ve mekanik parça (Şekil 4)'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Devre Tasarımı, Donanım Bağlantısı ve Mekanik Parça

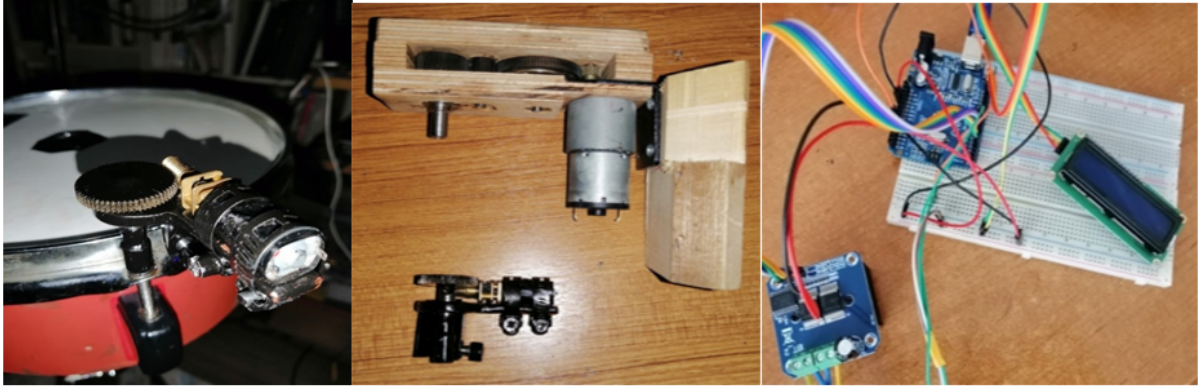
Tasarım 3

Bu süreç doğrultusunda tasarım yeniden gözden geçirilmiş ve DC motorlar ile ilgili kapsamlı araştırma yapılarak nispeten daha küçük daha hızlı ve hemen hemen aynı oranda güç üretilebilecek bir DC motor arayışına girilmiştir. Bu doğrultuda Nova Max 400 RPM 3,6 cm/kg tork üretilebilen motor tespit edilmiş ve sistem içi entegre çalışmaları başlamıştır. Yeni tasarıma farklı frekanslarda akort denemeleri yaptırılmış ve eş zamanlı olarak Spectrum Analyzer (Şekil 5) ile kontrol edilmiştir.



Şekil 5. Spectrum Analyser İle Doğrulama

Sonuç olarak cihaz belirtilen frekansa göre otomatik olarak hareket etmiş ve belirtilen frekansta durmuştur. Fakat yapılan çalışmalar sonucu bir süre sonra dişli çark ve sonsuz vida arası gerinim artmış dişli çark ve sonsuz vida sürtünme dolayısı ile aşınmış birbirine tutunamaz hale gelmiştir. Devre tasarımı, donanım bağlantısı ve mekanik parça (Şekil 6)'da gösterilmiştir.

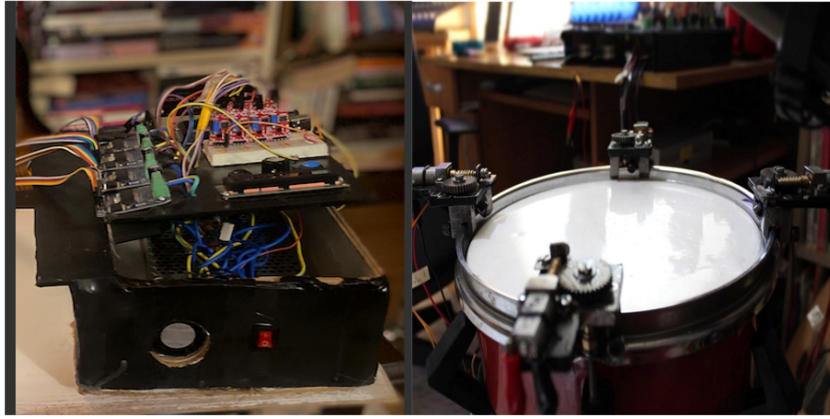


Şekil 6. Devre Tasarımı, Donanım Bağlantısı ve Mekanik Parça

Tasarım 4

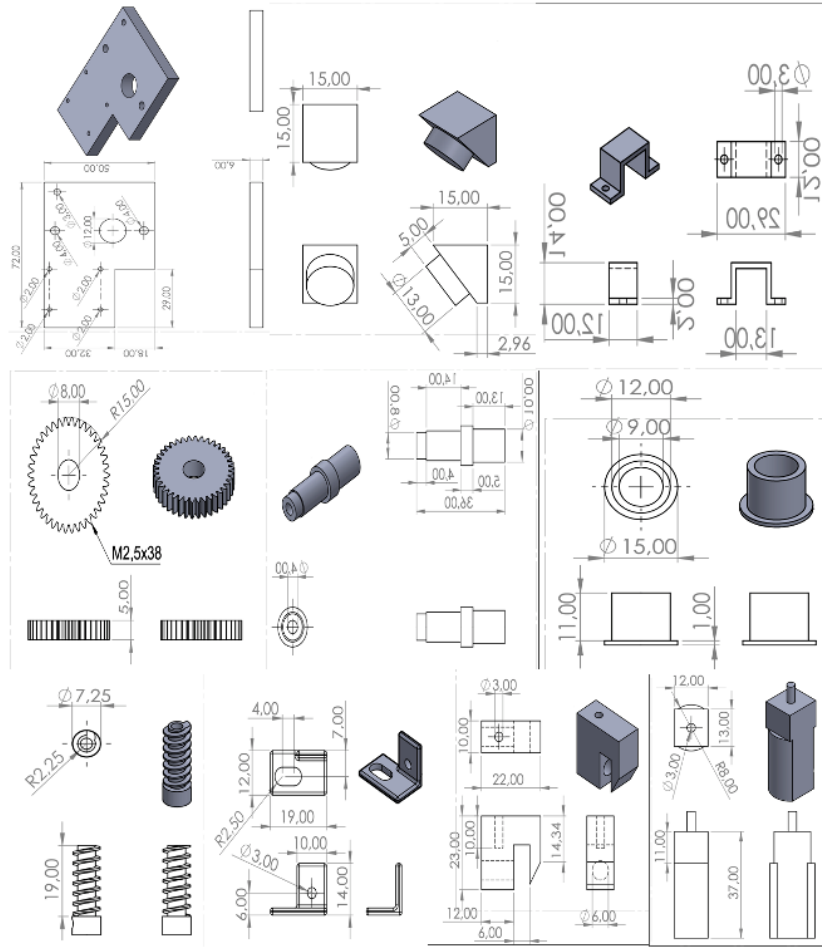
Devam eden süreçte tekrar tasarım çalışmalarına başlanmış sonsuz vidaya karşı yatak koyularak sonsuz vidanın hareketi sabitlemiştir. Yapılan deneylerde akort esnasında motorun da gerinim dolayısıyla sallanması dişli sonsuz vida uyumunu bozduğu gözlemlenmiş bu duruma da motora kelepçe takarak çözüm bulunmuştur.

Mekanizmanın kasmağa tutunabilmesi ve sallanmaması içinde iki adet vidalı şekil alabilen sabitleme çenesi tasarlanmıştır. Gergi mekanizmasının tasarım ve üretim süreci tamamlanarak 4 adet mekanizma davulun üstüne tak çıkar biçimde yerleştirilmiştir. Bu aşamada ayrıca gergi mekanizmalarının üstüne 4 adet mikrofon yerleştirilmiştir. Tasarımın başında kullanılan Arduino Uno modeli projenin bu aşamasında yetersiz kalmış bu sebeple yine Arduino'nun geliştirdiği Arduino Mega 2560 Mikro denetleyici temin edilmiş ve gergi mekanizması, mikrofon ve donanım bağlantısı (Şekil 7) yapılmıştır.



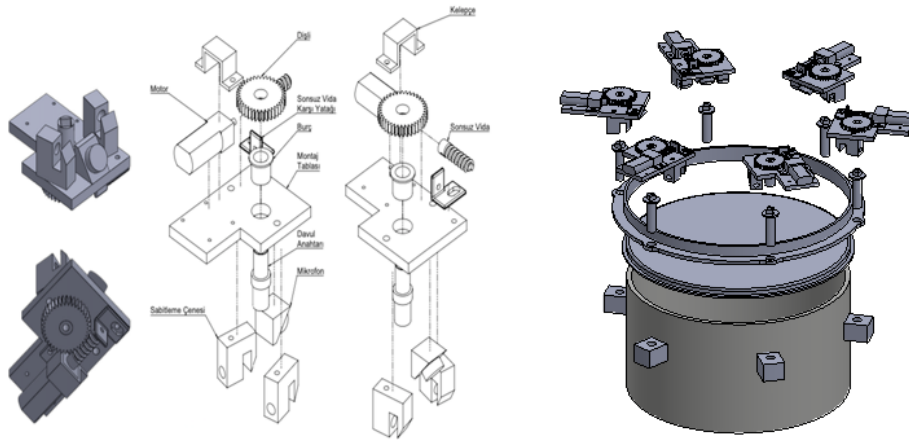
Şekil 7. Devre Tasarımı ve Donanım Bağlantısı

Bu süreç doğrultusunda sisteme bir kutu tasarlanmış (Şekil 7) ve tasarımın geliştirme kartı, motor sürücüleri, butonlar, ekran, potansiyometre, fan, ses sürücüleri, güç kaynağı ve güç düğmesi bir araya getirilerek donanım bağlantısı oluşturulmuştur. Tasarımın bu aşamasında kullanılan potansiyometre istenilen frekansın seçilmesi için kullanılırken, ekran seçilen frekansı görmemize ve sürecin gözle takibini sağlamaktadır. Fan gereksiz ısınmalardan korunurken, butonlar mekanizmaları manuel bir şekilde çalıştırmaktadır. Birinci buton mekanizmaların yönünü ikinci buton ise üstüne basıldığı sürece istenilen yönde hareket etmesini sağlamaktadır.



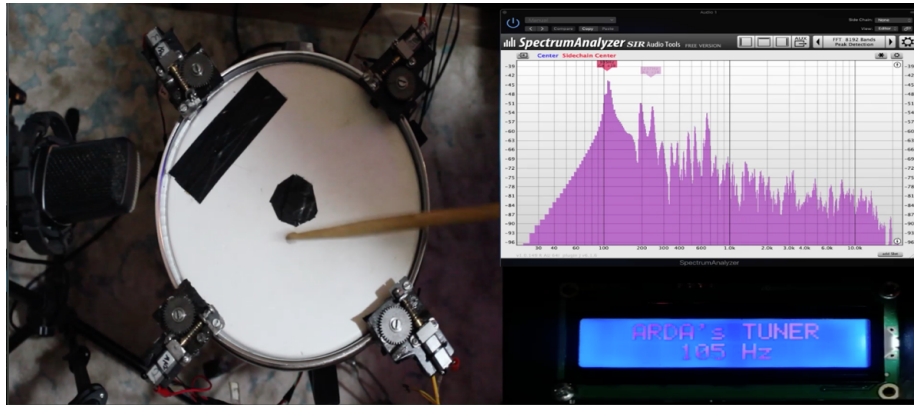
Şekil 8. Akort Mekanizminde Bulunan Parçaların Boyutları

Devam eden süreçte tasarımın çizimleri yapılmış ve hangi parçanın hangi boyutlarda olması gerektiği (Şekil 8)'de detaylı olarak verilmiştir. (Şekil 9)'da ise akort mekaniğinin parçalarının ayrı ve birleşik durumları gösterilmiştir.



Şekil 9. Akort Mekanik Çizim ve Parçalı Görünüm

Yeni tasarıma farklı frekanslarda akort denemeleri yaptırılmış ve eş zamanlı olarak Spectrum Analyzer (Şekil 10) ile kontrol edilmiştir. Sonuç olarak cihaz belirtilen frekansa göre otomatik olarak hareket etmiş ve belirtilen frekansta durmuştur.



Şekil 10. Spectrum Analyser İle Doğrulama

Bulgular ve Yorum

Tasarımın ilk sürecinde motorlar incelendiğinde yön, hız, adım (gidilen mesafe) gibi süreçlerin kontrol kolaylığı açısından adım motor tercih edilmiştir. Bu doğrultuda adım motor ile çeşitli deneyler yapılmış gerek büyüklüğü gerekse gürültülü çalışması gibi olumsuz koşullar nedeni ile tasarım için farklı bir motora ihtiyaç duyulmuştur. Yapılan araştırmalar sonucunda tasarım için en uygun motorun DC motor olduğu tespit edilmiştir. Bu süreç doğrultusunda DC motor ile yeni bir tasarım yapılmış, bu tasarım sonucunda tek akort vidası otomatik olarak hareket ettirilmiş. Bir baget yardımıyla deriye vurulmuş mekanizma deriye vurulması ile harekete geçmiş vurulduğunda bulunduğu frekanstan istenilen frekansa (Tablo 6) gelmiş ve mekanizma hareketi durdurmuştur. Fakat tasarlanan bu dişli sistemi 520 gram gibi oldukça yüksek bir ağırlığa ulaşmış olup bir sonraki aşamada daha küçük ve hafif bir mekanizma için yeni bir tasarıma ihtiyaç duyulmuştur.

Tablo 6. Frekans Süre Tablosu

Akort Başlangıç ve Bitiş Frekansı	Akort Süresi
90Hz-120 Hz	1 dk. 30 sn.

Tasarımın üçüncü aşamasında dişli çark sistemi modüler olarak yeniden tasarlanmıştır. Yapılan yeni tasarım ile birlikte cihazın ağırlığı 520 gramdan 190 grama düşürülmüş boyutları ise (G/13,5cm-Y/8cm-D/5cm) 'den (G/6,5cm-Y/3,5cm-D/3,5cm)'ye küçültülmüştür. Bir baget yardımıyla deriye vurulmuş mekanizma deriye vurulması ile harekete geçmiş vurulduğunda bulunduğu frekanstan istenilen frekansa (Tablo 7) gelmiş ve mekanizma hareketi durdurmuştur. Fakat mekanizma bir süre sonra dişli çark ve sonsuz vida arası gerinim artmış dişli çark ve sonsuz vida sürtünme dolayısı ile aşınmış birbirine tutunamaz hale gelmiştir. Devam eden süreçte tasarım yeniden gözden geçirilmiş, mekanizma modüler olarak yeniden tasarlanmış ve dört adet olarak tekrar üretilmiştir.

Tablo 7. Frekans Süre Tablosu

Akort Başlangıç ve Bitiş Frekansı	Akort Süresi
97Hz-80Hz	58 sn.
87Hz-100Hz	35 sn.
76Hz-90Hz	30 sn.

Tasarımın dördüncü aşamasında yapılan ilk deneyler, tek mikrofondan alınan sinyal ve dört gergi mekanizmasının çeşitli dönüş ve çalışma sırası kombinasyonları uygulanarak gergi mekanizmaları belirtilen frekansta göre otomatik olarak hareket etmiş ve belirten frekansta durmuştur. Bu süreç doğrultusunda dört motor ve dört mikrofon aynı anda çalıştırılmış, farklı frekanslarda akort denemeleri yaptırılmış ve eş zamanlı olarak Spectrum Analyzer ile kontrol edilmiştir. Yapılan denemeler doğrultusunda dört mikrofon ve dört gergi mekanizması aynı anda çalıştığında gergi mekanizmaları istenilen frekans doğrultusunda hareket etmemiştir. Sonuç olarak tek mikrofondan alınan sinyal ve dört gergi mekanizması aynı anda çalıştırılarak mekanizmalar belirtilen frekansta göre otomatik olarak hareket etmiş ve belirten frekansta (Tablo 8) durmuştur.

Tablo 8. Frekans Süre Tablosu

Akort Başlangıç ve Bitiş Frekansı	Akort Süresi
90Hz-110Hz	15 sn.
110Hz-90Hz	07 sn.
90Hz-120Hz	40 sn.
120Hz-115Hz	16 sn.
115Hz-85Hz	1 dk. 15 sn.
85Hz-115Hz	25 sn.
115Hz-85Hz	31 sn.
95Hz-105Hz	12 sn.
85Hz-90Hz	07 sn.
90Hz-120Hz	18 sn.
120Hz-115Hz	08 sn.
115Hz-85Hz	15 sn.
85Hz-115Hz	23 sn.
115Hz-85Hz	27 sn.
90Hz-110Hz	15 sn.
102Hz-92Hz	07 sn.
90Hz-125Hz	20 sn.
123Hz-113Hz	16 sn.
119Hz-89Hz	15 sn.
82Hz-112Hz	25 sn.
111Hz-81Hz	32 sn.
85Hz-105Hz	21 sn.
103Hz-83Hz	07 sn.
91Hz-121Hz	21 sn.
120Hz-115Hz	13 sn.
115Hz-85Hz	15 sn.
85Hz-115Hz	25 sn.
115Hz-85Hz	33 sn.

Sonuç ve Öneriler

Gerçekleştirilen bu çalışmada, deri titreşimlerini bir mikrofon aracılığıyla donanıma gönderip ve bu veri ilgili algoritmalar ile analiz edilerek vidaların en optimize şekilde sıkılıp gevşetilmesini sağlayarak davulun hızlı ve doğru biçimde akort edilebilmesi hedeflenmiştir. Geline son noktada davul derisinden alınan seslerin analiz edilmesiyle davul kasnağı üzerindeki akort vidalarının sıkılması veya gevşetilmesine olanak sağlayacak elektromekanik bir sistem oluşturulmuştur. Ayrık parçalardan oluşan bu tasarım, bir davul seti (bateri) üzerindeki farklı boyutlarda, dolayısıyla farklı sayılarda akort vidalarına sahip bileşenlerin (trampet ve alto davullar) akortlanabilmesine olanak tanıyan modüler bir yapısı olmuştur.

Bu doğrultuda tasarlanan cihaz daha emekleme aşamasında olup üzerinde çalışılması gereken epeyce konu vardır. Başta geliştirme ortamı ve programlama temelleri tekrar gözden geçirilerek daha gelişmiş ve daha minimal sistemler tasarlanabilir. Hem mekanik olarak hem de elektronik olarak kullanılan malzeme kalitesi artırılarak daha kaliteli sonuç alınması mümkün kılınabilir. Bunların dışında çalışma, davul üst derisi ile sınırlandırılmış olduğundan dolayı sadece üst deri ile deneyler yapılmıştır. Deneylerin genişletilerek sisteme alt deri ve üst deriyi eş zamanlı olarak akort edebilme yetisi kazandırılabilir. Ayrıca deri seçimi, deri ömrü, davulun vida sayısı, davul büyüklüğü gibi durumların akort sürecini etkileyip etkilemediği hakkında da detaylı bir çalışma yapılabilir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Çalışma Konsepti/Tasarım- Ö.A.N., A.E.; Veri Toplama- Ö.A.N.; Veri Analizi/Yorumlama- Ö.A.N., A.E.; Yazı Taslağı- Ö.A.N.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- Ö.A.N., A.E.; Son Onay ve Sorumluluk- Ö.A.N., A.E.; Malzeme ve Teknik Destek- Ö.A.N., A.E.; Süpervizyon - Ö.A.N., A.E.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Conception/Design of Study- Ö.A.N., A.E.; Data Acquisition- Ö.A.N.; Data Analysis/Interpretation- Ö.A.N., A.E.; Drafting Manuscript- Ö.A.N.; Critical Revision of Manuscript - Ö.A.N., A.E.; Final Approval and Accountability- Ö.A.N., A.E.; Material and Technical Support- Ö.A.N., A.E.; Supervision- Ö.A.N., A.E.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Grant Support: The authors declared that this study has received no financial support.

Yazarların ORCID ID'leri / ORCID IDs of the authors

Özgün Arda NURAL 0000-0002-9236-1625

Arda EDEN 0000-0001-8802-3351

KAYNAKLAR / REFERENCES

Apel, W. (2003). The Harvard dictionary of music. Harvard University Press. s.678.

Frister, C., & Garrod, J. (2018), "S.A.F. Drum Tuner", Fred and Harriet Cox Senior Design Competition, Connecticut Üniversitesi, Amerika.

Johnson, J. S. (1999), Drum Tuning Bible, Prof. Sound, E-book.

Labs, O. (2012), Drum-Set Tuning Guide, Amerika.

Say, A. (2010). Müzik ansiklopedisi: A-G (İkinci basım). Müzik Ansiklopedisi Yayınları. s.36.

Toulson, R., Crigny, C. C., Robinson, P., & Richardson, P. (2009). The perception and importance of drum tuning in live performance and music production. The Journal on the Art of Record Production, (4).

İnternet Kaynakları

"Drum Key". (25 Nisan 2008). Wikipedia. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CleBatterieRock.JPG#> .09 Mayıs 2024.

Guitarist. (25 Nisan 2013). Gibson's Min-ETune Self Tuning System First Look Demo [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=Z6BY-JpAwgo>. 7 Mayıs 2024.

<https://clydelettsome.com/blog/2019/12/18/my-weekend-project-audio-frequency-detector-using-an-arduino/>. Erişim Tarihi: 09.11.2022.

<https://www.arduino.cc/>. Erişim Tarihi: 09.11.2022.

<https://www.arduinolibraries.info/libraries/liquid-crystal-i2-c/>. Erişim Tarihi: 09.11.2022.

- Unlvece. (9 Ağustos 2018). S A F Drum Tuner [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=GutKZl1cBJk>. 09 Mayıs 2024.
- Prodrumtips. (12 Mart 2008). How to Use The Evans Torque Key [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=LM9PBIZWE-A>. 09 Mayıs 2024.
- Tru Tuner. (13 Aralık 2013). Tru Tuner: Rapid Drum Head Replacement System [Video]. https://www.youtube.com/watch?v=_KSVVn3BaoI. 09 Mayıs 2024.
- Palcoprincipal. (2 Temmuz 2007). DTS "One-Touch Drum Tuning System" [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=JYxBNrq8Idc>. 09 Mayıs 2024.
- DrumDial. (6 Kasım 2012). DrumDial Drum Tuning Part 2 (Tom Tuning) [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=qLHAbqeDi9I>. 09 Mayıs 2024.
- Overtone Labs. (19 Temmuz 2012). Mike Johnston Introduces Tune-Bot Drum Tuner [Video]. <https://www.youtube.com/watch?v=8Jz3QhJu-0k>. 09 Mayıs 2024.

Atf Biçimi / How cite this article

Nural, Ö. A., & Eden, A. (2024). Investigation of the Design and Optimization Processes of a Fully Automatic Tuning System for Drums. *Konservatoryum – Conservatorium*, 11(1), 251–263. <https://doi.org/10.26650/CONS2024-1490026>